

SHM 30 Schneehöhensensor



Lesen Sie dieses Bedienerhandbuch bitte vor Inbetriebnahme des Schneehöhensensors SHM 30 sorgfältig durch. Nur so gehen Sie sicher, dass Sie die Leistungsfähigkeit Ihres neuen Schneehöhensensors voll nutzen können.

Weiterentwicklungen im Sinne des technischen Fortschritts bleiben vorbehalten.

Redaktionsschluss August 2015

Dokumentationsnummer: 012840-640-98.HB1-G049-F0

G. Lufft Mess- und Regeltechnik GmbH
D-70736 Fellbach
Deutschland

Telefon: +49 711 518 22 831

Fax: +49 711 518 22 944

E-Mail: service@lufft.de

(technische Kundenbetreuung)

E-Mail: jessika.schugardt@lufft.de

(Vertrieb)

Internet: <http://www.lufft.de>

Datum	Ausgabe	Erläuterungen
August 2015	Ausgabe F0	Lufft-Design, alle Kapitel überarbeitet
Oktober 2014	Ausgabe D0	Firmware 9.09, alle Kapitel überarbeitet



Hinweis

Dieses Handbuch ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieses Handbuches darf in irgendeiner Form (Foto, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der G. Lufft Mess- und Regeltechnik GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Zuwiderhandlungen werden strafrechtlich verfolgt. Das Handbuch wurde mit der gebotenen Sorgfalt erarbeitet. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden, die sich durch Nichtbeachtung der im Handbuch enthaltenen Informationen ergeben.

Wir behalten uns das Recht vor das Handbuch entsprechend der technischen Weiterentwicklung des Gerätes anzupassen.

1	Einleitung	5
1.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	5
1.2	Arbeitsweise des Schneehöhensensors	5
2	Sicherheit und Beschriftung	7
2.1	Sicherheitskennzeichen	7
2.2	Normen und Richtlinien.	7
2.3	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen	7
2.4	Laserklasse	8
2.5	Anforderungen an das Personal.	8
2.6	Sicherheitshinweise bezüglich Transport, Installation, Übergabe und Reinigung.	8
2.7	SHM 30 - Beschilderung	9
3	Technische Daten	13
3.1	Spezifikationen	13
3.2	Maße	15
3.3	Interfacekabel	16
3.4	SHM 30 mit externer Heizungsabschalt-Funktion.	17
3.5	Anschlusswerte	18
4	Lieferumfang	19
4.1	Befestigungsklemmen/ Mastschellen	20
4.2	Verpackungsvorschrift.	21
4.3	Optionale Komponenten	21
5	Installation und Inbetriebnahme	23
5.1	Datenkonfiguration & Kommunikation	25
5.2	Datentelegramm	31
5.2.1	Datentelegramm sda	31
5.2.2	Datentelegramm sdb (ab Firmware 9.09).	33
5.3	Spezielle Werte für eee.eeee im Fehlerfall	34
5.4	Analogausgabe der Schneehöhe	34
5.5	Signalstärke (Signalintensität)	35
5.6	SF im Analogmodus (nur Firmware 9.05).	36
6	Winkeleinstellungen	39
6.1	Verfahren über Referenzgegenstand	39
6.2	LOT- Verfahren	40
7	Messbeispiele	41
8	Service	45
8.1	Fehlercodes.	45
8.2	Reinigung und Wartung	47
8.3	Firmware Versionen.	49
	Abbildungsverzeichnis	51
	Tabellenverzeichnis	53
	EG - Konformitätserklärung	55
	Kontakt	56

1 Einleitung

Dieses Handbuch enthält Informationen, die für den Umgang mit dem Schneehöhensensor SHM 30 benötigt werden. Es ist in 8 Kapitel gegliedert. Jede Seite enthält in der Kopfzeile die Kapitelüberschrift des jeweiligen Kapitels. Die Fußzeile jeder Seite enthält Ausgabe, Ausgabedatum und Seitennummer.

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Betriebssicherheit des Schneehöhensensors SHM 30 ist nur bei bestimmungsgemäßer Verwendung entsprechend der Angaben in diesem Handbuch gewährleistet.

- ▮ Messungen von Entfernungen zu festen Zielen
- ▮ Messung der Schneehöhe als Distanz zur Schneeoberfläche
- ▮ Einhaltung des zugelassenen Temperaturbereichs
- ▮ Verwendung unter Einhaltung der korrekten Versorgungsspannung: 15 V bis 24 V Gleichspannung für den Betrieb im Temperaturbereich: -40 ... +50°C, 10 V bis 30 V für den Betrieb ohne Heizung -10 ... 50°C
- ▮ regelmäßige Reinigung und Wartungszyklen (siehe Kapitel 8.2)
- ▮ Das Gerät ist so aufzustellen und auszurichten, dass eine Bestrahlung von Personen während des Betriebs möglichst ausgeschlossen ist.
- ▮ Dem Benutzer wird empfohlen, für jeden Transport oder Versand die Transportverpackung des Schneehöhensensors SHM 30 zu nutzen (Kapitel 4), bzw. im Servicefall nur das Messmodul zu versenden (Abbildung 30).

1.2 Arbeitsweise des Schneehöhensensors

Der Schneehöhensensor sendet modulierte Laserlicht aus und bestimmt mit Hilfe des Phasenvergleichsverfahrens die Distanz zu einem Objekt.

Der Anwender kann zur Ermittlung der Schneehöhe eine automatische Nullmessung durchführen, die dann von der gemessenen Distanz abgezogen wird. Eine vorhandenen Schneehöhe während der Inbetriebnahme kann dem Sensor manuell mitgeteilt werden.

Über Mittelungsverfahren werden unschlüssige Messergebnisse, wie die Streuung an Schneeflocken, herausgefiltert.

Der Schneehöhensensor SHM 30 erlaubt einen Abfrage- und automatischen Sendemodus für die Digitalausgabe. Weiterhin kann eine Analogausgabe im 4 mA bis 20 mA verwendet werden.

Über den Parameter "xt" (siehe Tabelle 16) wird die interne Messfolge definiert. In diesem zeitlichen Abstand erneuert der Sensor seine bereitgestellten Telegramme im internen Puffer. Das Telegramm des Schneehöhensensors kann über das Kommando "xw" beliebig oft aus diesem Puffer abgefragt werden, bzw. wird im automatischen Sendemodus nach jeder Messung übertragen.

Der Schneehöhensensor SHM 30 kann in seiner Neigung verändert werden. Der Neigungswinkel sollte über das Kommando „sp“ an den Sensor übertragen werden, damit die ausgegeben Distanzwerte zur senkrechten hin korrigiert werden können. Zusätzlich kann die Maßeinheit von Meter (Standard) geändert werden; z. B. in ft durch Änderung des Skalierungsfaktors „sf“.

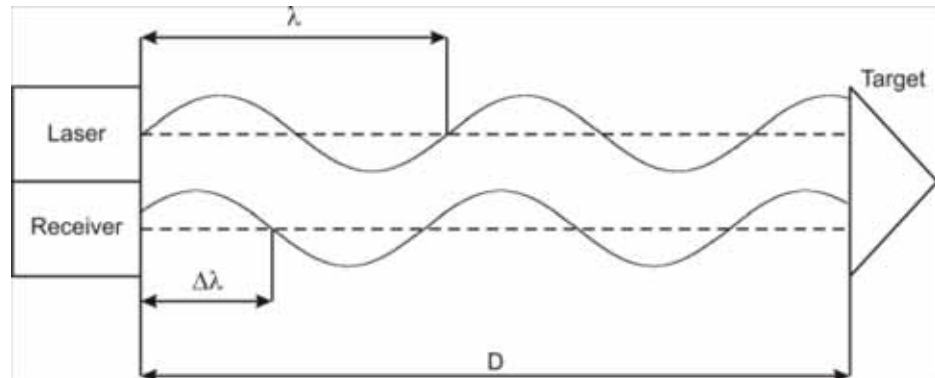


Abb. 1: Funktionsprinzip SHM30

Abbildung 1 zeigt schematisch die Berechnung der Distanz aus dem Phasenvergleichsverfahren, die sich aus N Wellenzügen und der Phase errechnet. Durch die Verwendung von mehreren Frequenzen wird die Eindeutigkeit gegenüber der Einzelfrequenz erreicht. Eine Einzelmessung mit mehreren Frequenzen dauert ca. 0,25 s inkl. der notwendigen Übertragungszeiten. Bei der Schneehöhenmessung werden wiederum 25 Einzelmessungen durchgeführt, so dass die Messzeit einer Messung ungefähr 6,25 s beträgt.

2 Sicherheit und Beschriftung

2.1 Sicherheitskennzeichen

ACHTUNG

Warnung vor Laserstrahlung



ACHTUNG

Warnung vor möglichen Unfall- und Verletzungsgefahren durch elektrischen Strom



ACHTUNG

Warnung vor möglichen Sachschäden



ACHTUNG

Warnung vor heißer Oberfläche



HINWEIS

Allgemeiner Hinweis



HINWEIS

Wichtiger Hinweis zum Umweltschutz



2.2 Normen und Richtlinien

Um Lasergeräte sicher zu betreiben, sind alle Normen, Richtlinien und Vorschriften für Lasersicherheit und Laserstrahlenschutz von Herstellern und Anwendern von Lasergeräten zu beachten (siehe Konformitätserklärung).

Der Schneehöhensensor SHM 30 wird nach folgenden Normen und Richtlinien gebaut und geprüft:

1. Richtlinie 2004/108/EC zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) unter Anwendung der Norm EN 61326.
2. In Übereinstimmung mit der Norm IEC/ EN 60825-1:2007 "Sicherheit von Lasereinrichtungen" und entsprechend dem Gefährdungspotential wird der Schneehöhensensor SHM 30 in die Laserklasse 2 eingestuft.

2.3 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

- ! Alle Sicherheitshinweise in diesem Handbuch und in allen mitgeltenden Dokumenten sind zu beachten und einzuhalten.
- ! Vorsicht, wenn andere als die hier angegebenen Bedienungs- und Justiereinrichtungen benutzt oder andere Verfahrensweisen ausgeführt werden, kann dies zu gefährlicher Strahlungsexposition führen!





- ▮ Dieses Handbuch muss dem Anwender jederzeit zugänglich sein.
- ▮ Der Schneehöhensensor SHM 30 sollte mit einer Sicherheitskleinspannung „SELV“ betrieben werden. Zur Einhaltung des Personenschutzes muss gewährleistet sein, dass die Spannung unter normalen Bedingungen 30 V DC und im Falle eines Fehlers 70 V DC nicht überschreitet.
- ▮ Öffnen Sie nicht das innere Sensorgehäuse (mit der Bezeichnung „LDM 30.11“). Es besteht erhebliche Gefahr durch austretende Laserstrahlung oder durch einen elektrischen Schlag. Eingriffe in das Produktinnere heben alle Garantie- und Gewährleistungsansprüche auf.
- ▮ Vor dem Anschließen oder Lösen des Versorgungskabels muss die Stromversorgung abgeschaltet werden.

2.4 Laserklasse



Der Schneehöhensensor SHM 30 ist ein Produkt der Laserklasse 2, definiert nach IEC 60825-1:2007 und ein Produkt der Klasse II nach 21CFR1040.10. Im Fall einer zufälligen kurzzeitigen Laserbestrahlung ist das menschliche Auge durch den Blinkreflex und durch das Abwenden des Kopfes ausreichend geschützt. Dieses natürliche Verhalten darf nicht beeinträchtigt werden, z. B. durch Medikamente, Alkohol oder Drogen. Obwohl das Gerät ohne spezielle Schutzmaßnahmen bedient werden darf, sollte es vermieden werden, direkt in den Laserstrahl zu blicken.

Achtung: Laserklasse 2! Maximale Laserleistung <1mW, Wellenlänge 650 nm (rotes Laserlicht). Den Laserstrahl nicht direkt auf Menschen halten! Nicht in den Laserstrahl blicken!

2.5 Anforderungen an das Personal

- ▮ Jede Person, die beauftragt ist, den SHM 30 zu installieren und zu verwenden, muss das komplette Handbuch gelesen und verstanden haben.
- ▮ Bei allen Arbeiten am Gerät darf das Personal nicht übermüdet sein und nicht unter Einfluss von Alkohol oder Medikamenten stehen. Das Personal darf keine körperlichen Einschränkungen besitzen, die Aufmerksamkeit und Urteilsvermögen zeitweilig oder auf Dauer einschränken.

2.6 Sicherheitshinweise bezüglich Transport, Installation, Übergabe und Reinigung

- ▮ Beim Umgang, Versand und Transport muss der Schneehöhensensor ordnungsgemäß verpackt und in Transportposition gebracht werden
- ▮ Der Schneehöhensensor benötigt einen angemessenen Mast oder Mastausleger, an dem er mit einer der zu wählenden Befestigungsklemme befestigt werden kann. Der typische Neigungswinkel sollte zwischen 10° und 20° liegen.
- ▮ Der Aufstellungsort sollte gesichert werden, damit
 - ▮ ungestörte Messungen ermöglicht werden
 - ▮ Anforderungen an die Lasersicherheit erfüllt werden

2.7 SHM 30 - Beschilderung



Abb. 2: Typenschild an der Unterseite des SHM 30.

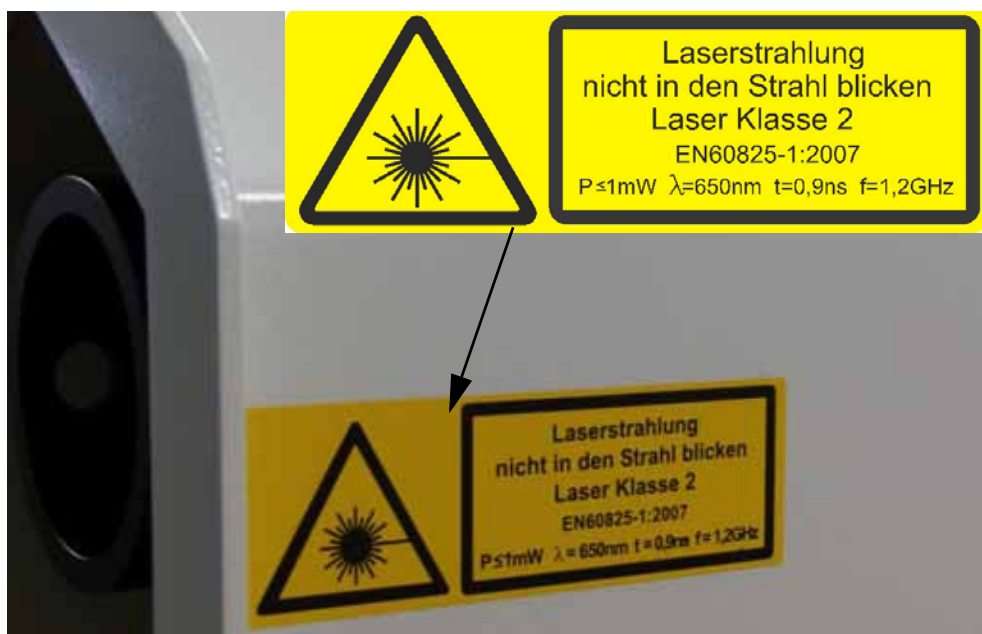


Abb. 3: Laserwarnschild an der linken Seite des SHM 30, Sprachausführung in deutsch oder englisch.

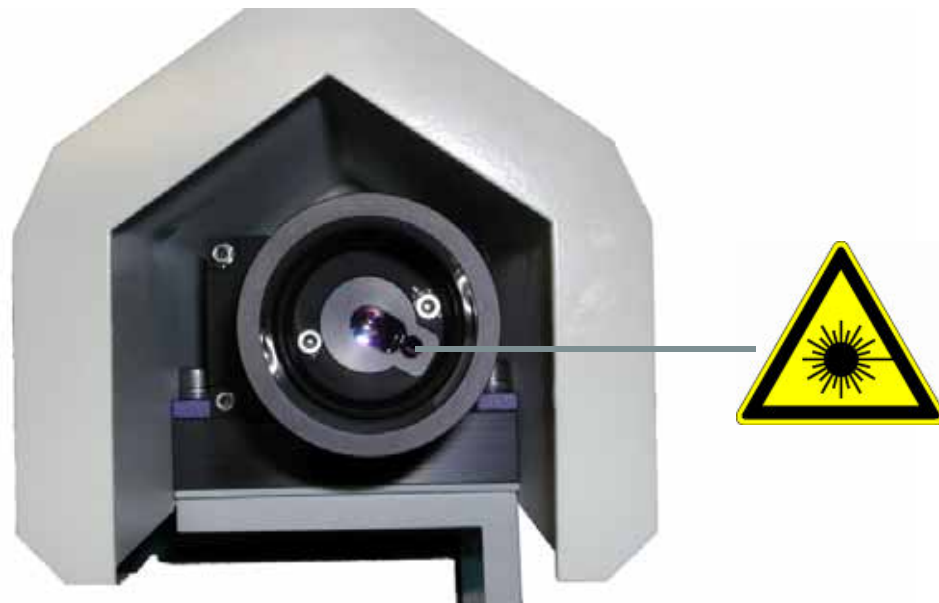


Abb. 4: Kennzeichnung des Laserstrahlaustritts

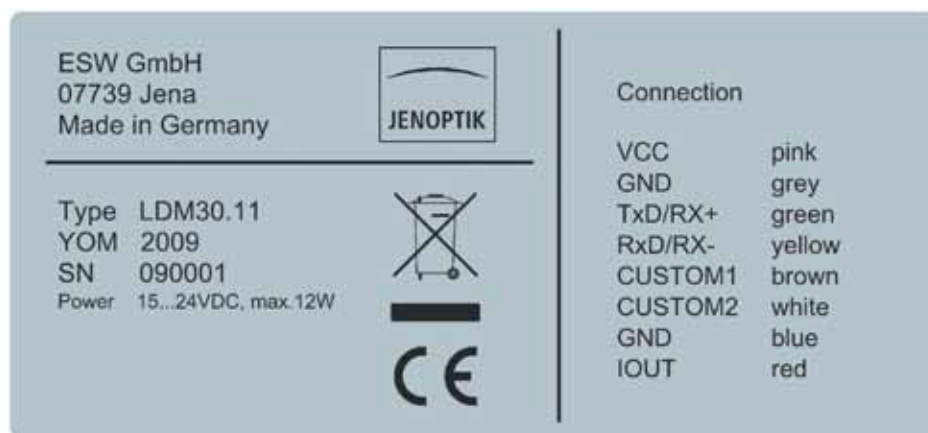


Abb. 5: Typenschild am inneren Gehäuse
Das Schild ist an der rechten Seite des Gehäuses angebracht (Abb.16).

3 Technische Daten

3.1 Spezifikationen

Sensorbezeichnung	Beschreibung	Artikelnummer
SHM 30.11	RS232, 10 m Anschlusskabel	8365.10
SHM 30.11H	RS232 & ext. Heizungsabschaltung, 10 m Kabel	8365.11
SHM 30.21	RS422, 10 m Anschlusskabel	8365.20
SHM 30.21D	RS422, besondere Firmwareeinstellung, 5 m Anschlusskabel	8365.50

Tabelle 1: SHM Sensorvarianten, Beschreibung und Artikelnummern

Zubehörbezeichnung	Artikelnummer
Stahlbandschelle - in der Länge spezifiziert für Masten mit einem Durchmesser bis 80 mm	8365.608-11
Stahlbandschelle - passend für alle Pfosten mit einem Durchmesser bis 300 mm (kann durch den Kunden gekürzt werden)	8365.609-11
Mastschelle - passend für alle Pfosten mit einem Durchmesser bis 72 mm, bestehend aus zwei gegenüberliegenden Spannkörpern, die mit Gewindestangen verbunden sind	8365.610-11
Netzgerät 24 V, 2,5 A	
Kundendokumente (in Papierform)	

Tabelle 2: SHM Zubehör und Artikelnummern

Modulbezeichnung	Beschreibung	Artikelnummer
LDM 30.11	Ersatzmodul für SHM 30.11	8365.630-26
LDM 30.11H	Ersatzmodul für SHM 30.11H	8365.631-26
LDM 30.21	Ersatzmodul für SHM 30.21	8365.632-26
LDM 30.21D	Ersatzmodul für SHM 30.21D	8365.644-26

Tabelle 3: Ersatzmodule & Artikelnummern

Laser	
Laser / Wellenlänge	Laserdiode / 650 nm (sichtbar)
Laserklasse:	Laserklasse 2, basierend auf der Norm IEC825-1 / EN60825, 21CFR1040.10
Laserleistung:	<1 mW
Laserdivergenz:	0.6 mrad
Strahldurchmesser:	<11 mm auf 10 m Entfernung

Tabelle 4: Laserparameter

Messparameter: Schneehöhe	
Schneehöhe	0 ... 10 m
Messgenauigkeit (95% Streuung)	< ± 5 mm
Programmierbare Messintervalle	1 ... 600 s
Reproduzierbarkeit	$\leq 0,5$ mm
Messdauer für Einzelmessungen (ST25)	6,5 s
Ausgabeintervall der Messwerte	0,1 mm
Signalstärke (weißes Ziel mit Reflektion 85 - 90%)	10 ± 3 (im Messbereich 0,8 bis 10 m)
Signalstärke (schwarzes Ziel mit Reflektion 5 - 7%)	$1 \pm 0,5$ (im Messbereich 0,8 bis 10 m)

Tabelle 5: Messparameter: Schneehöhe und Signalstärke

Messparameter: Entfernung zu festen Zielen	
Entfernungsbereich (auf natürlich streuende Oberflächen, ohne Streulichtunterdrückung)	0,1 ... 30 m
Weitere Messzeiten, wählbar über Parameter "st", st=[0,25]	0,16 ... 6,5 s

Tabelle 6: Messparameter: Entfernung zu festen Zielen

Elektrische Parameter	
Stromverbrauch	0,5 ... 1 W (ohne Heizung) < 24 W (max. mit Heizung bei 24 VDC)
Stromversorgung	10 ... 30 VDC (ohne Heizung) 15 ... 24 VDC (mit Heizung)
Heizaktivität (programmierbar)	Werkseingestellt auf: an: < 2 °C; aus > 4 °C

Tabelle 7: Elektrische Parameter

Sicherheits- & Umweltparameter	
Umweltbedingungen	ISO 10109-11
Innenschutz	IP 65
EMC	EN 61326-1:2006
Allgemeine Sicherheitsanforderungen an die Elektrik	EN 61010-1:2001
Temperaturbereich	-40 °C ... +50 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	0 % ... 100 %

Tabelle 8: Sicherheits- und Umweltparameter

Datenverbindung	
RS232/ RS422: Anschlussparameter	9600 Baud, 8N1, Handshaking aus
Polling Modus: Zeitverzögerung zwischen Frage und Antwort	Standard: 300 µs, während einer Messung: bis zu 6,5 s, siehe auch Tabelle 21 (Umgehung Fehler E65)
Übertragungszeit Datentelegramm	30 ms @ 9600 Baud

Tabelle 9: Datenverbindung Parameter

Maße und Gewicht	
Maße Sensor (L x W x H)	303 mm x 130 mm x 234 mm
Gewicht Sensor	2,5 kg
Gewicht Befestigungsklemme	0,7 kg
Transportverpackung (L x W x H)	440 mm x 290 mm x 250 mm
Gewicht Transportverpackung	5,4 kg

Tabelle 10: Maße und Gewicht

3.2 Maße

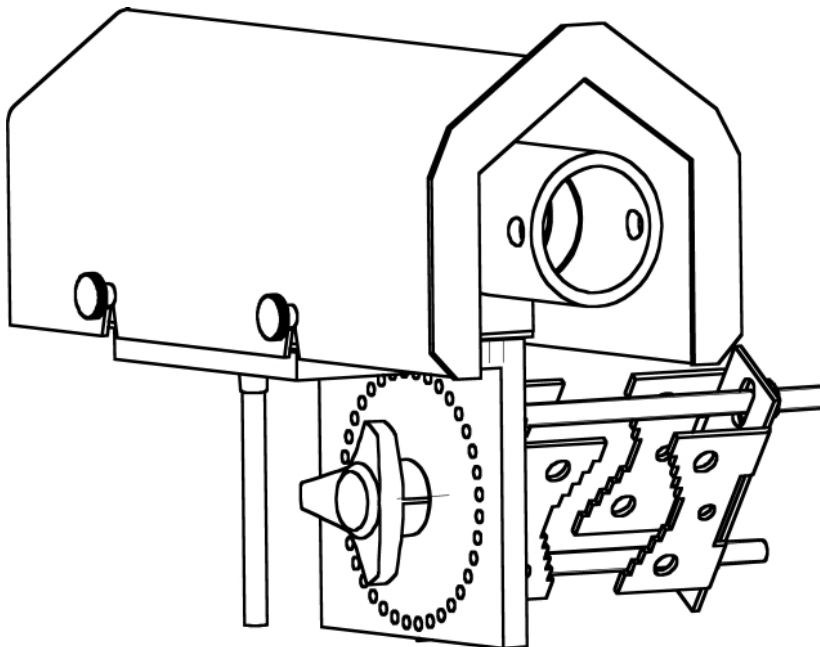


Abb. 6: 3D-Konstruktion Model SHM 30

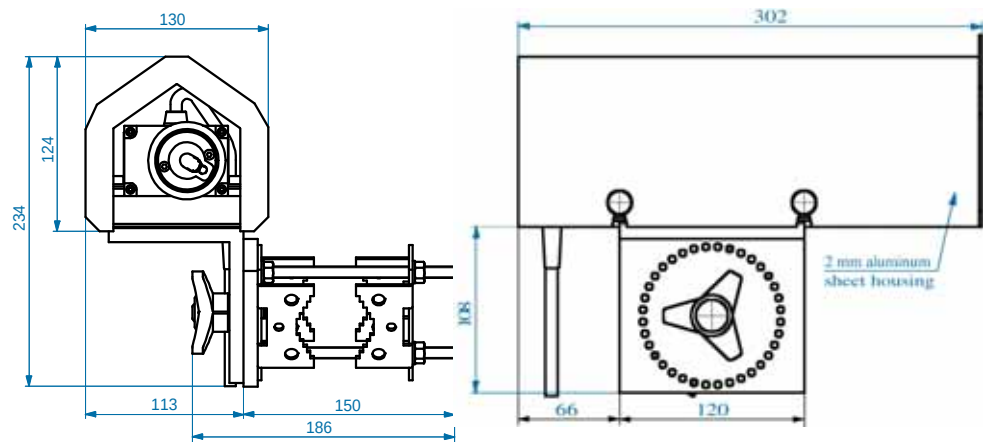


Abb. 7: Maße SHM 30 mit Standardschelle 8365.610-11.

3.3 Interfacekabel



Das Interfacekabel ist so ausgewählt, dass es den Umweltansprüchen entspricht.
Achtung: Lose Kabelenden! Der Anwender ist dafür verantwortlich Kurzschlüsse vor der Inbetriebnahme zu verhindern.

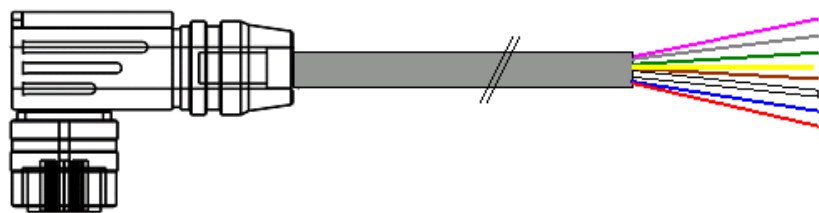


Abb. 8: Interfacekabel SHM 30 mit AWG24 Adern (4 x 2 x 0,25 mm²)

Farbcode 8-pol. Interfacekabel	SHM 30 Standard	Pin auf 12-pol. Verbinderanschluss
pink	VCC	G
grau	GND-VCC	J
grün	TxD	A
gelb	RxD	B
braun	Custom1	E
weiß	Custom2	F
blau	GND-RS232, RND-lout	L
rot	lout	D

Tabelle 11: Farbcodebeschreibung Interfacekabel mit RS232 Anschluss,
Gerätetypen: 8365.10 / 8365.11.

Farbcode 8-pol. Interfacekabel	SHM 30	Pin auf 12-pol. Verbinderanschluss
pink	VCC	G
grau	GND	J
grün	Rx+	A
gelb	Rx-	B
braun	Tx-	E
weiß	Tx+	F
blau	GND-lout	L
rot	lout	D

Tabelle 12: Farbcodebeschreibung Interfacekabel mit RS 422Anschluss,
Gerätetypen: 8365.20 / 8365.50

Wenn der Anwender im analogen Messmodus und ohne parallel dazu angeschlossenes RS232-Kabel arbeitet, sollte der offene RS232 Eingang entsprechend Abb. 9 terminiert werden, um das Einsprechen von Störimpulsen zu verhindern.

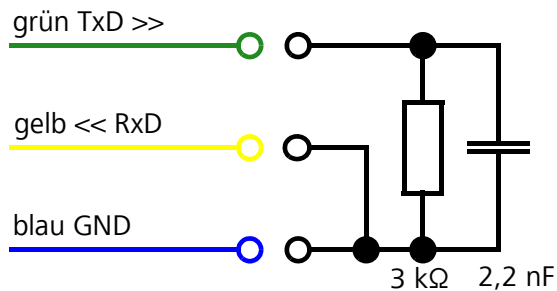


Abb. 9: Empfohlene Kabelterminierung, wenn die RS232-Leitung nicht verwendet wird.

Die Kabellänge für RS232 Verbindungen ist bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von 19200 Baud auf 15 m Länge limitiert. Bei längeren Kabelleitungen wird empfohlen die RS422 Schnittstellenvariante zu verwenden. Bei Kabellängen > 20 m muss außerdem ein Spannungsverlust berücksichtigt werden. Es sollte ein separates Kabel oder eine nähergelegene Stromversorgung in Erwägung gezogen werden.



3.4 SHM 30 mit externer Heizungsabschalt-Funktion

Der Schneehöhensensor SHM 30 mit der Materialnummer „8365.11“ verfügt über eine externe Heizungsabschaltfunktion.

Durch Anlegen einer Spannung von 5 ... 24 VDC an der braunen Ader mit der Bezeichnung "Custom 1" kann der Anwender die interne Heizungssteuerung aktivieren. Bei offenem Eingang oder wenn eine Spannung kleiner 0,4 VDC angelegt wird, ist die interne Heizungsregelung deaktiviert.

Über diesen Schalteingang kann z. B. eine schnelle Entladung einer Batterie zuverlässig verhindert werden.

Farbcode 8-pol. Interfacekabel	SHM 30	Pin auf 12-pol. Verbinderanschluss
pink	VCC	G
grau	GND	J
grün	TxD	A
gelb	RxD	B
braun	Heizung an	E
weiß	Custom2	F
blau	GND	L
rot	Iout	D

Tabelle 13: Farbcodebeschreibung Interfacekabel mit externer Heizungssteuerung

3.5 Anschlusswerte

Die Leistungsaufnahme des SHM 30 liegt bei ungefähr 500 mW (19 - 25 mA, 24V) im Betriebsmodus ohne Heizbetrieb. Der genaue Wert ist abhängig von dem gewählten Betriebszyklus (Laser an / aus).

Die maximale Leistungsaufnahme liegt bei 24 W bei 24 VDC Betriebsspannung im Heizbetrieb. Die Heizung wird benötigt, um die Laserdiode oberhalb von -10°C zu temperieren. Bei Temperaturen unterhalb von -40 °C läuft die Heizung dauerhaft.

Der Hauptgrund die Laserdiode bei niedrigen Temperaturen zu beheizen besteht darin, die Lebensdauer / -leistung innerhalb der Spezifikationen über einen längeren Zeitraum zu erhöhen.

4 Lieferumfang

Abbildung 10 zeigt den Lieferumfang eines Schneehöhensensors SHM 30. Der Lieferumfang der Gerätetypen mit den Materialnummern 8365.10, 8365.11, 8365.20 und 8365.50 ist identisch.

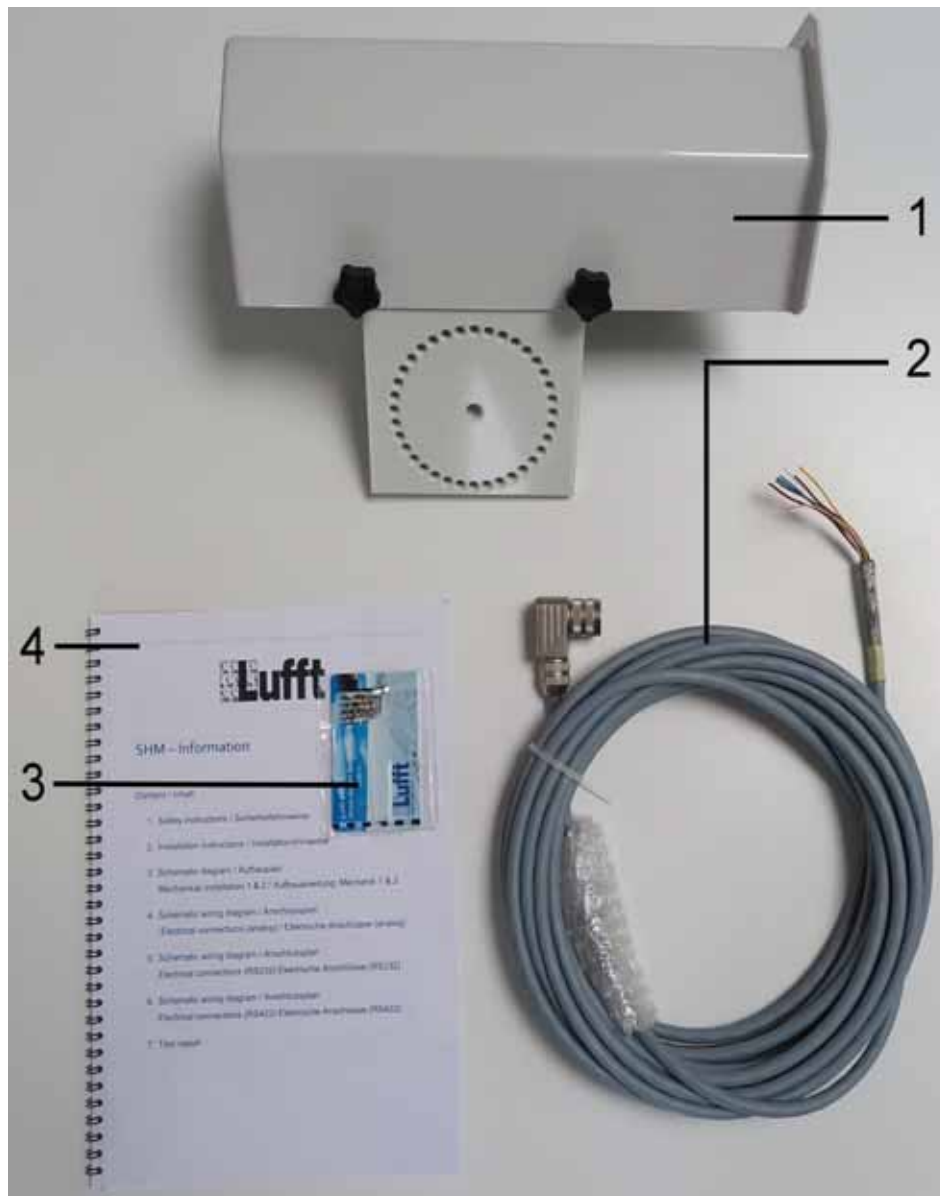


Abb. 10: Standardlieferumfang SHM 30

1. Schneehöhensensor SHM 30
2. Interfacekabel - Länge: 10 m (Standard, andere Kabellängen sind verfügbar)
3. Laserwarnaufkleber Sprachausführung deutsch
4. USB-Stick (Software und Handbuch)
5. Kundenmappe mit Installationshinweisen und Sensor-Protokoll

4.1 Befestigungsklemmen/ Mastschellen



Der Basis-Lieferumfang des Schneehöhensensors SHM 30 beinhaltet keine Befestigungsklemme. Zusätzlich zum Sensor kann eine von drei verschiedenen Klemmenvarianten bestellt werden. Jede Klemmenvariante enthält das Gegenstück für die Lochscheibe zur Einstellung des Installationswinkels. Die nachfolgenden Bilder zeigen die verschiedenen Befestigungsschellen mit entsprechender Materialnummer:



Abb. 11: Variable Befestigungsklemme 8365.610-11 für Masten bis $\varnothing < 72$ mm.



Abb. 12: Befestigungsklemme 8365.608-11 für Masten bis $\varnothing 80$ mm.



Abb. 13: Befestigungsklemme 8365.609-11 für Masten bis $\varnothing 300$ mm.
kann vom Anwender individuell gekürzt werden

4.2 Verpackungsvorschrift

Die nachfolgenden Bilder zeigen die Packreihenfolge eines SHM 30 mit der Mastschelle 012840-610-11. Die Packreihenfolge eines SHM 30 mit einem anderen Schellentyp weicht nur minimal von dieser Packreihenfolge ab und wird hier nicht dargestellt.



Abb. 14: vollständig gepackt (links); SHM 30 (rechts)



Abb. 15: Befestigungsklemme und SHM 30 (links),
Interfacekabel 10 m (rechts)

Im Servicefall ist es in der Regel nicht notwendig den Sensor vollständig zu demontieren und in der Originalverpackung zurückzusenden. Es besteht die Möglichkeit Masthalterung, Außengehäuse und Kabel vor Ort zu belassen und nur das Sensormodul in einer Schutzverpackung einzuschicken.



4.3 Optionale Komponenten

Folgende Komponenten sind auf Nachfrage optional erhältlich.

1. Netzteil für DIN Schienenmontage: 24 VDC, 2,5 A
2. Alternative Kabellängen (5 m, 20 m)
3. Weiß-, Schwarz- und Graustufenwert-Tafeln zur Prüfung der Signalstärke
4. Messrechner mit Terminalsoftware zum Betrieb der Sensoren

5 Installation und Inbetriebnahme

Auf dem Sensor befindet sich ein Typenschild auf dem die elektrischen Anschlussparameter und die Bezeichnungen für die Datenleitung angegeben sind. Wenn nicht anders angegeben, werden die Sensoren im RS232 Modus ausgeliefert. Neben der digitalen Schnittstelle kann eine analoge 4 mA – 20 mA Stromausgang-Schnittstelle zur Ausgabe der Schneehöhe verwendet werden.

Der Schneehöhensensor wird durch ein kombiniertes Strom- und Datenkabel (siehe Abb. 16 und Kapitel 3.3) angeschlossen. Die Versorgungsspannung ist aufgrund der installierten Heizung auf Werte zwischen 15 VDC und 24 VDC begrenzt. Dies ist notwendig, um den Sensor innerhalb des spezifizierten Temperaturbereichs betreiben zu können.

Ein weniger beschränkter Spannungsbereich ohne Heizungsaktivitäten ist zwischen 10 VDC - 30 VDC. Dieser Bereich kann bei Innenraum-Prüfungen oder wenn die Heizung manuell abgeschaltet wird verwendet werden.

Die Abbildungen 16 und 17 zeigen die Installation des Sensors mit verschiedenen Befestigungsklemmen. Der Sensor SHM 30 wird an einem passenden Mastausleger in ca. 2 bis 5 m Höhe befestigt.



Abb. 16: Kabelinstallation und Befestigungsklemme 8365.610-11

Der Schneehöhensensor sollte von der Sonne weg geneigt montiert werden. Ein Neigungswinkel zwischen 10° und 30° (0° entspricht senkrechte Montage) bei der Anbringung wird zur Verbesserung der Schneehöhenbestimmung vorgeschlagen.

Der Hauptgrund hierfür ist, dass vom Sensor oder Mast herabtropfendes Wasser oder abfallendes Eis zu Ungenauigkeiten bei der Messung führen kann.

Der Mast wirkt als Windschutz oder führt zur lokalen Erwärmung der näheren Umgebung. Dies lässt sich verhindern indem der Sensor mit der Austrittsöffnung

vom Mast weg ausgerichtet und installiert wird. Eine direkte Sonneneinstrahlung kann die Fehlermeldungen "E15" oder "E17" hervorrufen, wenn von der Schneeoberfläche reflektierendes Sonnenlicht den Sensor (Austrittsöffnung) trifft. In kritischen Regionen kann es hilfreich sein, den Sensor nach Norden hin auszurichten (Abb. 18).

Teil der Sensor-Befestigung ist eine Scheibe mit einem 10° Lochraster, die eine schnelle und einfache Installation ermöglicht. In vielen Einsatzfällen kann der voreingestellte Neigungswinkel direkt weiterverwendet werden. Wenn die Befestigung und Winkelverhältnisse am Mast oder Mastausleger unklar sind, sollte der gesamte Neigungswinkel bestimmt werden. Über ein Terminal Programm, Befehl "sp", kann dem Schneehöhensensor SHM 30 der Installationswinkel zur Distanzkorrektur mitgeteilt werden. In Kapitel 6 finden sich weitere Erläuterungen und Beispiele für Winkelbestimmungsmethoden.



Abb. 17: Installation der Mastschelle 8365.608-11 (analog 8365.609-11)

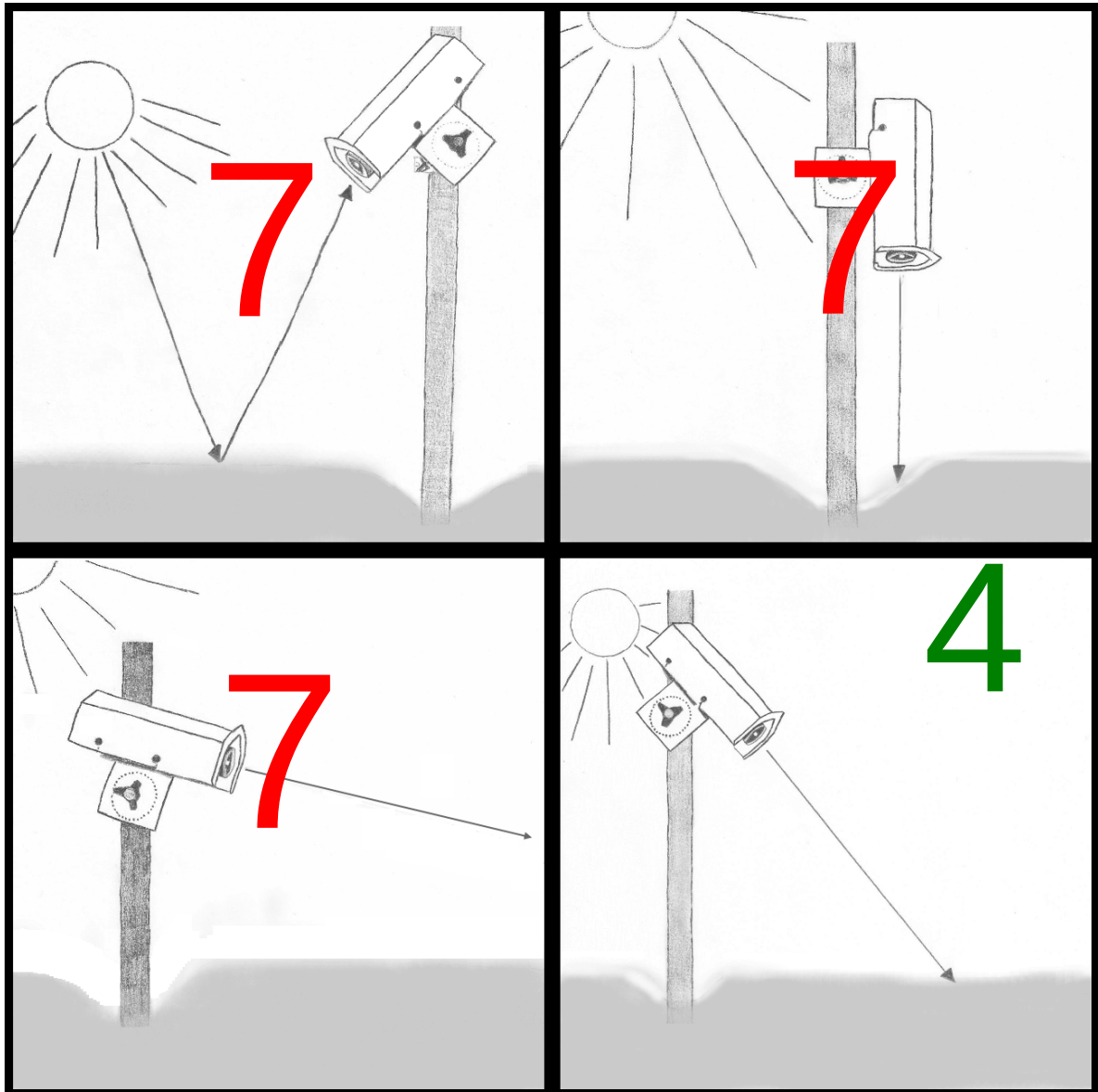


Abb. 18: Installationshilfe.

Die genauesten Ergebnisse werden bei einem Installationswinkel zwischen 10° und 20° erreicht. Bei geringen Installationshöhen (< 2 m Höhe) können auch größere Winkel sinnvoll sein.

5.1 Datenkonfiguration & Kommunikation

Nach Anlegen der Versorgungsspannung startet der Sensor automatisch mit seinen zuletzt verwendeten Einstellungen. Nach erfolgreicher Installation stehen die Kommandos wie in Tabelle 16 angegeben, zur Verfügung.

Um den Sensor zu konfigurieren zu können, muss die Schnittstelle RS232 oder RS422 angeschlossen werden. Über Terminalprogramme wie Hyper Terminal oder Bray's Terminal kann der Messmodus gestoppt und die Messparameter eingestellt werden.

- Standardkonfiguration für den COM Port:

9600 Baud, 8N1, Handshaking none



Wenn die Initialisierung der seriellen Schnittstelle / Telegrammformat nicht korrekt erfolgt, gibt der Sensor die Fehlercodes „E62“ bis „E64“ aus.

Der Status des Sensors kann über folgende Befehle abgefragt werden:

- „**id**“ zeigt Sensorbefehle, den Softwareversionsstand und die Seriennummer an (Tabelle 15).
- Kommando „**pa**“ gibt die eingestellten Werte des Sensors aus (Tabelle 14)

Befehle können in Groß- und Kleinschreibung eingegeben werden. Alle Befehle müssen mit <CR> <LF>; <CR> oder <LF> abgeschlossen werden. Der Sensor wiederholt bei einfachen Kommandos den Befehl unter Angabe des Wertes, z. B. antwortet er auf „xt“ mit xt25.

Hinweise zu Firmwareversionen:

- Im Abfrage-Modus wurden seltene Unterbrechungen in der Kommunikation bis zur Firmware 9.06 festgestellt. Diese wurden mit der Firmware 9.07 behoben.
- nur Firmware vor Version 9.05! Zur Konfiguration des Sensors kann es sinnvoll sein den voreingestellten automatischen Messmodus (ASXM) über „ESC“ auszuschalten, um den Sensor einfacher konfigurieren zu können. Das Abschalten des Messmodus verhindert, dass die Fehlermeldung E65 auftritt, siehe Tabelle 21.
- für Firmware ab Version 9.05: Jede Datenabfrage oder Befehlssetzung wird von der Firmware innerhalb des Messprozesses, ohne dass die Fehlermeldung E65 auftritt, akzeptiert. Ein neuer Wert wird nach einer Messung gesetzt.



Falls Einschränkungen in der akzeptierten Antwortzeit (< 200ms) vorliegen, z. B. bei Dataloggern, können die Abfragegeräte so eingestellt werden, dass nach 6,5 s (SHM Standardmodus) eine erneute Abfrage stattfindet.

Die Standardzeitverzögerung zwischen einem Stop-Bit aus einem Abfragevorgang bis zum ersten Bit aus einer Antwort beträgt $30 \pm 5 \mu\text{s}$. Das Telegramm ist nach 30 ms vollständig übertragen.

autostart command[AS].....xm
baud rate[BR].....9600
heating on[HO].....2
heating off[HF].....4
distance offset[OF].....0
distance of Iout=4mA [RB].....-5
distance of Iout=20mA [RE].....5
average value[SA].....1
telegram format[SD].....a
error mode[SE].....1
scale factor[SF].....1
tilt angle[SP].....0
transmit result[SR].....n
measure time[ST].....25
reflectivity bright target A [SHA].....15.6695
reflectivity bright target B [SHB].....20.5645
reflectivity bright target C [SHC].....10.7353
reflectivity bright target D [SHD].....14.5077
reflectivity bright target E [SHE].....4.14621
reflectivity dark target A [SLA].....0.729548
reflectivity dark target B [SLB].....1.56198
reflectivity dark target C [SLC].....1.09263
reflectivity dark target D [SLD].....1.4683
reflectivity dark target E [SLE].....0.428003
measurement sequence[XT].....59
max change between 2 measurements[XP]..10
memory 1 [M1].....
memory 2 [M2].....
memory 3 [M3].....
memory 4 [M4].....
memory 5 [M5].....
memory 6 [M6].....
memory 7 [M7].....
memory 8 [M8].....

Tabelle 14: "PA" Beispielausgabe der eingestellten Parameter für die Firmware 9.09.

In älteren Firmwareversionen fehlte der Benutzerspeicher Md und es wurde nur für eine Entfernung der Reflektivitätswert angegeben (SHd, SLd).

SHM30, SN 080880, V 9.09	
Measurement Commands:	
XM[Enter].....	start measurement snow height
XW[Enter].....	display snow height and signal power
DM[Enter].....	distance measurement
DS[Enter].....	distance tracking 7m
DT[Enter].....	distance tracking
DW[Enter].....	distance tracking with cooperative target (10Hz)
Some useful commands:	
LO[Enter].....	laser on
LF[Enter].....	laser off
MR[Enter].....	display all memory
SLd#[Enter].....	set reflectivity of dark target d=[a/b/c/d/e]
SHd#[Enter].....	set reflectivity of bright target d=[a/b/c/d/e]
SO[Enter].....	set current distance to offset (offset = - distance)
TP[Enter].....	internal temperature [°C]
Settings:	
AS[Enter] / ASd[Enter].....	display/set autostart command [DM/DS/DT/DW/TP/LO/ID/XM]
BR[Enter] / BRx[Enter].....	display/set baud rate [2400..38400]
HO[Enter] / HOx[Enter].....	display/set temperature of heating on [-40°C ... +70°C]
HF[Enter] / HFx[Enter].....	display/set temperature of heating off[-40°C ... +70°C]
Mx[Enter] / Mxd[Enter].....	display/set memory x [1...8] [1 ... 10 ASCII-characters]
OF[Enter] / OFx.x[Enter].....	display/set distance offset
RB[Enter] / RBx.x[Enter].....	display/set distance of Iout=4mA
RE[Enter] / REx.x[Enter].....	display/set distance of Iout=20mA
SA[Enter] / SAx[Enter].....	display/set average value [1...20]
SD[Enter] / SDd[Enter].....	display/set telegram format d=[a/b]
SE[Enter] / SEx[Enter].....	display/set error mode [0/1/2]
	0..Iout=const., ALARM=const.
	1..Iout: 3mA @RE>RB, 21mA @RE<RB, ON@AH<0
	2..Iout: 21mA @RE>RB, 3mA @RE<RB, OFF@AH<0
SF[Enter] / SFx.x[Enter].....	display/set scale factor
SP[Enter] / SPx.x[Enter].....	display/set tilt angle [0.0°...90.0°]
SR[Enter] / SRd[Enter].....	display/set transmit result with each measurement [y/n]
ST[Enter] / STx[Enter].....	display/set measure time [0...25]
XT[Enter] / XTx[Enter].....	display/set measurement sequence [1 ... 600s]
XP[Enter] / XPx.x[Enter].....	display/set max. allowed change in snow height between two measurements
PA[Enter].....	display settings
PR[Enter].....	reset settings

Tabelle 15: "ID" Beispielausgabe der Befehlsliste für Firmware 9.09

In Tabelle 16 werden die Kommandos, die während der Einrichtung des Sensors eine Rolle spielen, aufgelistet. Für den Routinebetrieb des Schneehöhensensors werden nur wenige Parameter benötigt (siehe als Beispiel Tabelle 17).

Das Autostart-Kommando "AS" gibt den Modus an, mit dem der Sensor nach dem Einschalten beginnt. Der voreingestellte Wert ist "xm", d. h. dass Gerät startet automatisch nach dem Anschalten der Versorgungsspannung mit der Schneehöhenmessung. „SRY“ / „SRN“ definiert, ob ein Telegramm nach einer Messung ausgegeben wird, oder der Sensor auf einen Polling-Befehl wartet.

Nach dem ersten Einschalten wird der Abstand des Sensors zur Oberfläche gemessen und als negativer Distanzwert ausgegeben. Der ausgegebene Schneehöhenwert, bzw. Distanzwert ergibt sich wie folgt:

Ausgabewert = gemessene Distanz – Offset

Befehl	Standardwert	Beschreibung
asxm	XM	setzt „Schneehöhenmessung“ „xm“ im Autostartbetrieb „as“, weitere Option „id“, „lo“,...
br	9600	Abfragen / Setzen der Baudrate
ESC \$1B		Abbruch des Messvorgangs per Tastaturbefehl, oder durch den zugehörigen HEX- Wert \$1B in einem Terminal-script
hf	4 (ältere Firmware 12)	Abfragen / Setzen „Heizung aus“ Die Heizung wird bei 4 °C ausgeschaltet. Erhöhen des Werts führt zu einem erhöhten Stromverbrauch, kann aber dazu beitragen das Einfrieren des Sensors in rauer Umgebung zu verhindern
ho	2 (ältere Firm- ware 3)	Abfragen / Setzen „Heizung an“ Die Heizung wird bei 2 °C eingeschaltet. Durch Herabsetzen der Temperatur auf -10 °C kann der Energieverbrauch im Mittel gesenkt werden. Allerdings kann es zum Einfrieren oder Beschlagen der Sendeoptik kommen.
id		Abfragen der Sensorinformationen
mr mxd		Abfragen aller Nutzerspeicher 1-8. Setzen von einem der acht Speicher, x=[1;8], Nutzerspeicher mit bis zu d= beliebige 10 Zeichen
of	0	Abfragen / Setzen „Offset“, siehe „so“
pa		Abfragen der voreingestellten Parameter
rb	-5	Abfragen / Setzen des Startwerts des analogen Stromausgangs. Beispiel: 4 mA entspricht hier -5 m
re	5	Abfragen / Setzen des Endwerts des analogen Stromausgangs. Beispiel: 20 mA entspricht hier 5 m
sda sdb	sda*	Telegrammausgabe Format a oder b.

Tabelle 16: Konfigurationsparameter,

*geräteabhängige Werte siehe spezielles Sensorprotokoll

Befehl	Standardwert	Beschreibung
sf	1	Abfragen / Setzen des Skalierungsfaktors Erlaubt die Umstellung der Einheit, z. B. der Meterskalierung (sf=1) in Fuß (sf=3,2808399). Nach Änderung von „sf“ werden die Parameter „of“ / „so“ / „xp“ mit dem neuen Skalierungsfaktor angezeigt. Der Skalierungsfaktor ist im Zahlenbereich [0;2000] definiert.
shd	10*	Abfragen / Setzen Signalkalibrierwerte für Ziele mit hoher Reflektivität in 5 Distanzen d=[a; e] (85 % Standardziel), der gültiger Bereich für sh ist: $0 < sh \leq 100$.
sld	1*	Abfragen / Setzen Signalkalibrierwerte für Ziele mit niedriger Reflektivität in 5 Distanzen d=[a; e] (6 % Standardziel), der gültiger Bereich für sl ist: $0 < sl \leq 100$.
so		Misst die aktuelle Distanz zum Boden und bestimmt automatisch den Offset („of“). Der Wert ist abhängig von „sp“. Nach Änderung der Parameter „sp“, „of“, muss „so“ erneut ausgeführt werden.
sp	0.0	Abfragen / Setzen des Winkelkorrekturwerts, Eingabe des Winkels in Grad; 0° entspricht der senkrechten Blickrichtung zum Boden.
sr sry srn	SRN	sr: Abfrage nach eingestelltem Modus sry: Automatischer Sendemodus srn: Abfragemodus (polling)
ss	6	Setzt den Signalstärkeschwellwert, der zum Setzen des „Snow Flag“ im Telegram sdb verwendet wird
st	25	Abfragen / Setzen der internen Messzeit auf ca. 6,5 s. Dieser Wert sollte für Schneehöhenmessungen verwendet werden, für aller anderen Entfernungsmessungen sollte der Wert zwischen 0 ... 25 liegen. Der Wert st0 ist ein automatischer Modus, bei dem die Messzeit zwischen 0,25 s und 6,5 s variieren kann. st1 entspricht einer Einzelmessung und dauert entsprechend 0,25 s. st25 ist eine Mittelung aus 25 Messungen.
xm		Startet die automatische Schneehöhenmessung.
xp	10	Abfragen / Setzen des maximal erlaubten Abstands zwischen zwei Schneehöhenmessungen. Die Werkseinstellung beträgt 10 m (sf=1). Dies erlaubt eine einfache Installation und verhindert das Auftreten des Fehlers E66 während der Installation. Nach der Inbetriebnahme kann dieser Wert modifiziert werden; z. B. auf 0,02 (2 cm wenn sf=1). Eine Schneehöhenveränderung von 2 cm pro Minute ist ein sinnvoller Wert. Ab Firmwareversion 9.06: In Fällen in denen neue Messungen permanent außerhalb der Toleranz sind, z. B. aufgrund von Lawinen, wird nach 60 Messungen der entsprechende Fehler E66 zurückgesetzt und der neue Schneehöhenmesswert akzeptiert.
xt	30	Abfragen / Setzen der Wiederholrate von Messungen voreingestellt ist je eine 6,25 s lange Messung ca. alle 30 Sekunden. Während der Einrichtung und zur Überprüfung der Ergebnisse ist die Verwendung eines 10-Sekunden-Intervalls sinnvoll. Für kurze Messperioden (1 ... 10 s) muss die Messzeit st von st25 auf st={0...5} angepasst werden.
xw		Abfrage der aktuellen Schneehöhe.

Tabelle 16: Konfigurationsparameter,
*geräteabhängige Werte siehe spezielles Sensorprotokoll

Kommando	Beschreibung	
ESC \$1B	Abbruch des Messvorgangs ESC (Tastaturbefehl), bzw. den zugehörigen HEX-Wert \$1B in einem Terminalscript	
srn	Setzen des Abfragemodus (polling)	
xm	Start des Messvorgangs	
	> 6,5 Sekunden Wartezeit bis zur Abfrage	
xw	Telegrammabfrage	
	Wartezeit bis zur Abfrage, definiert durch „xt“ in Sekunden	
xw	Telegrammabfrage	

Tabelle 17: Umschalten vom automatischen Sendemodus (sry) auf den Abfragemodus.

Telegrammabfrage erfolgt im weiteren Verlauf durch xw

Skalierungsfaktor sf	Einheit	Telegramm
1	m	>+01.0445 035.294 +22 66 TM <
1000	mm	>+01044.5 033.977 +22 66 " <
2000 (upper limit)		>+02088.9 034.956 +22 66 ^ <
0.001	km	>+00.0010 035.470 +22 66 ^a <
3.2808399	ft	>+03.4268 035.495 +22 66 ^α <

Tabelle 18: Beispiele für verschiedene Skalierungsfaktoren

5.2 Datentelegramm

Mit der Einführung der Firmware 9.09 wurde ein weiteres Datentelegramm und ein Schalter zum Umschalten zwischen den Telegrammen eingeführt. Das Telegramm „sda“ entspricht dabei dem bisherigen Format.

5.2.1 Datentelegramm sda

Das übertragene Datentelegramm hat folgendes Format:

>eee.eeee sss.sss TTT EE P< [CR] [LF]

e ... Schneehöhe in m, falls sf=1,

bei sf=10 verschiebt sich der Dezimalpunkt um eine Stelle zu eeee.eee.

s ... Signalstärke / Signalintensität

T ... Temperatur,

EE ... Fehlercode,

P ... Prüfbyte

Der Prüfbyte ist folgendermaßen definiert: Die Summe aller ASCII - Zeichen innerhalb von > < ergeben null im unteren Byte.

Beispiel: >+01.0445 035.294 +22 66 TM<

Schneehöhe = 1,0445 m

Signalstärke = 35,294

Temperatur = +22 °C

Fehlercode = E66 (siehe Tabelle 21)

Byte #	Dez-Wert	HEX-Wert	ASCII - Zeichen	Bemerkung
1	43	2B	+	Beginn Schneehöhe
2	48	30	0	
3	49	31	1	
4	46	2E	.	
5	48	30	0	
6	52	34	4	
7	52	34	4	
8	53	35	5	
9	32	20		Leerzeichen
10	48	30	0	Beginn Signalstärke
11	51	33	3	
12	53	35	5	
13	46	2E	.	
14	50	32	2	
15	57	39	9	
16	52	34	4	
17	32	20		Leerzeichen
18	43	2B	+	Beginn Temperatur
19	50	32	2	
20	50	32	2	
21	32	20		Leerzeichen
22	54	36	6	Fehlercode (Tabelle 21)
23	54	36	6	
24	32	20		Leerzeichen

Tabelle 19: Telegrammbeispiel Format sda & Prüfung

25	153	99	TM	Prüfbyte
Summe	1280	500		Σ Bytes 1 bis 25 = 500, Prüfung: niederwertiges Byte der Summe ist null: 4

Tabelle 19: Telegrammbeispiel Format sda & Prüfung

Das Prüfbyte selbst wird folgendermaßen berechnet:

Erzeuge Byte-Array aus **+01.0445 035.294 +22 66** und bilde die Summe:

(HEX): $2B+30+31+2E+\dots+20+36+36+20 = 467$, bilde daraus das Zweierkomplement = FB99 und verwende das niederwertige Byte = 99.

5.2.2 Datentelegramm sdb (ab Firmware 9.09)

Das Datentelegramm sdb wurde um die Ausgabe des snow flags "X" erweitert, die Darstellung des Prüfbytes wird als Hex-Wert ausgegeben und anstelle der > < Zeichen wurden die nicht darstellbaren Steuerzeichen [STX] und [ETX] verwendet, um Anfang und Ende des Telegramms darzustellen.

[STX]eee.eeee sss.sss X TTT EE PP[CR][LF][ETX]

e, s, T und E sind entsprechend der Erklärung in 5.2.1 definiert.

X = 0 (snow flag), wenn die Signalstärke $S < "ss"$ und X = 1, wenn $S > "ss"$.

Das Prüfbyte P aus 5.2.1 wird hier als 2stelliger HEX-Wert und nicht als ASCII-Zeichen ausgegeben, wodurch sich die Prüfvorschrift ändert. Im Beispiel Tabelle 19 würde hier nun 99 und nicht das Trademark Zeichen TM ausgegeben.

Neues Beispiel für ein Telegramm mit der Ausgabe in cm, d.h. SF=100. Der druckbare Teil der ASCII-Zeichen lautet: **+0000.03 +04.464 0 +43 00 67**

Byte #	Dez-Wert	HEX-Wert	ASCII - Zeichen	Bemerkung
1	43	2B	+	Beginn Schneehöhe
2	48	30	0	
3	48	30	0	
4	48	30	0	
5	48	30	0	
6	46	2E	.	
7	48	30	0	
8	51	33	3	
9	32	20		Leerzeichen
10	43	2B	+	Beginn Signalstärke

Tabelle 20: Telegrammbeispiel Format sdb & Prüfung

11	48	30	0	
12	52	34	4	
13	46	2E	.	
14	52	34	4	
15	54	36	6	
16	52	34	4	
17	32	20		Leerzeichen
18	48	30	0	Snow Flag
19	32	20		Leerzeichen
20	43	2B	+	Beginn Temperatur
21	52	34	4	
22	51	33	3	
23	32	20		Leerzeichen
24	48	30	0	Fehlercode (Tabelle 21)
25	48	30	0	
26	32	20		Leerzeichen, Ende ASCII
Summe	1177	499		Summe der Bytes 1 bis 26
27/ 28	103	67	g	+ 67 Hex
Summe	1280	500		= 500 Hex Prüfung: niedrigstes Byte ist null: 4

Tabelle 20: Telegrammbeispiel Format sdb & Prüfung

5.3 Spezielle Werte für eee.eeee im Fehlerfall

Bei Fehlern (siehe Tab. 22) wird der letzte gültige Schneehöhenmesswert als Wert im Telegramm "eee.eeee" wiederholt. Der „E“-Fehler-Code zeigt an, ob ein ausgegebener Wert verwendet werden sollte oder nicht.

Unmittelbar nach Start des Befehls xm enthält eee.eeee folgende Initialwerte:

eee.eeee:= rb (Startwert des Bereichs) (Firmware 9.06, konsistent zu I_{out})

eee.eeee:= 0 m (nur mit Firmware 9.05)

eee.eeee: - 99 m (Firmware 9.04 und früher)

5.4 Analogausgabe der Schneehöhe

Im Analogausgang-Modus werden Messwerte auf einen 4 mA ... 20 mA Strompegel umgewandelt. Die Parameter RE und RB in Tabelle 16 definieren die Entfernung in einem 4 mA ... 20 mA-Intervall.

$$RE > RB : I_{out}(mA) = 4mA + 16 \cdot \left(\frac{Dist. - RB}{RE - RB} \right) mA$$

$$RB > RE : I_{out}(mA) = 20mA - 16 \cdot \left(\frac{Dist. - RE}{RB - RE} \right) mA$$

Fehlermeldungen werden als Strom von 3 mA (RE > RB) oder 21 mA (RB > RE) ausgegeben.

5.5 Signalstärke (Signalintensität)

Die normalisierten Signalstärkewerte S_N und S_S werden an der zweiten Position im Datentelegramm als "sss.sss" formatierter Wert ausgegeben. $S_N(S_S)$ wird vom gemessenen Signalstärkewert S_M berechnet. Dessen Messung wird unabhängig von der Schneehöhenmessung durchgeführt und dauert ungefähr 0,5 Sekunden, was einem Durchschnitt von etwa 10 Einzelfrequenzmessungen entspricht. Es kann vorkommen, dass die Schneehöhenmessung aufgrund von zu viel Hintergrundlicht nicht mehr möglich ist, während die Signalstärke noch hinreichend gut bestimmt werden kann und der Signalstärkewert weiter gesendet wird.

Mit der Firmware-Version 9.05 wurde S_S als normalisierter Signalstärkewert definiert. Die Normalisierung findet auf eine Zieltafel an einer Stützstelle in 15 m Entfernung statt. Die auf diese Weise eingerichtete Signalstärke S_S sollte zwischen verschiedenen Sensoren im Bereich 0,5 für dunkle und 10 für helle Ziele vergleichbare Ergebnisse liefern.

Weil dieses Verfahren nicht hinreichend genau genug war, um die Signalstärke für Schwellenwertbestimmungen (Schnee / kein Schnee) unabhängig von der Distanz zu verwenden, wie die Abbildung 19 zeigt, wurde es mit der Firmware 9.09 auf 5 Stützstellen in verschiedenen Distanzen erweitert. Firmware 9.09 unterstützt diese neuen Einstellung zunächst. Es wurden standardisierte Zieltafeln mit 6,25 % und 86 % Reflektivität eingeführt, um Feldtests zu ermöglichen. Anstelle von S_S wird der neue Signalstärkewert S_N verwendet.

Die Kalibrierung des Signalstärkewertes wird in einem Testverfahren für jeden einzelnen Sensor im Hause Luftt durchgeführt. Die eingerichteten Parameter SLd (Signalamplitude auf Referenzziel schwarz) und SHd (Signalamplitude auf Referenzziel weiß) sind für die Distanzen d im Gerätespeicher abgelegt und in dem mitgelieferten Testreport aufgeführt.

$$S_S = \frac{10 - (0,5)}{SH - SL} \cdot (S_M - SL) + 0,5$$

$$S_N(x) = 9 \cdot \frac{S_M - SL(x)}{SH(x) - SL(x)} + 1$$

Für die Berechnung von $S_N(x)$ müssen zunächst die Signalstärken $SL(x)$ und $SH(x)$

in der gemessenen Entfernung x aus den 5 Stützstellen bestimmt werden. Als Beispiel dient hier die Berechnung von $SH(x)$ unter der Bedingung, dass die gemessene Distanz sich zwischen den Stützstellen a und b befindet.

$$SH(x) = SHa + \frac{(SHb - SHa)}{b - a} \cdot (x - a)$$

Die Berechnung von S_N ist nur gültig, wenn die Messdistanz bekannt ist, d. h. die Signalstärke S_N kann nicht im Vergleich zu S_S ausgegeben werden, wenn die Distanzmessung fehlschlägt!

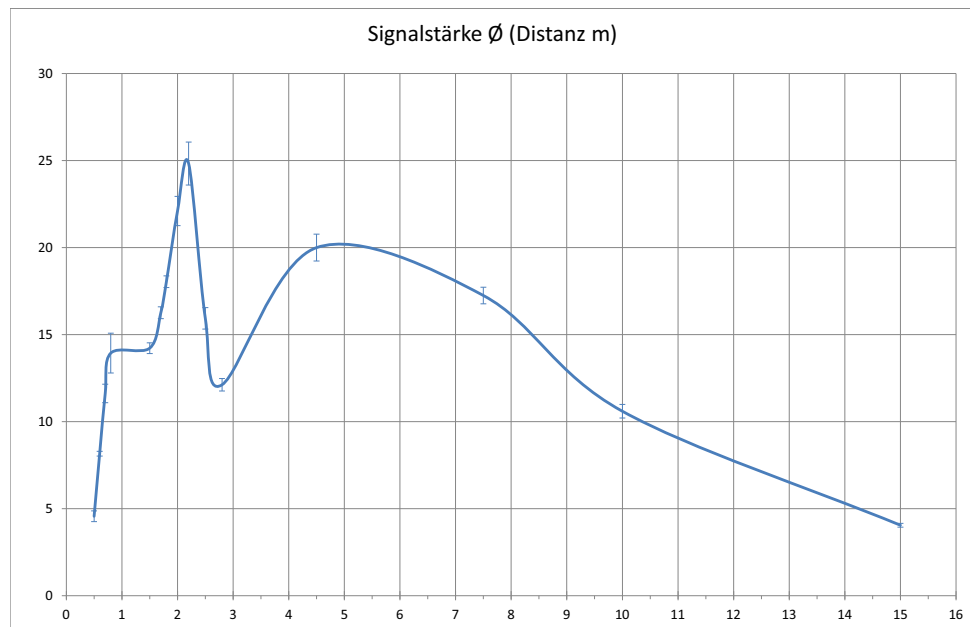


Abb. 19: Abhängigkeit der Signalstärke S_M von der Distanz

Anwender können die Werte für SH und SL entsprechend ihrer benötigten Spezifikationen auch ändern

Weitere Korrekturen:

Die Signalstärke ist von der Sensortemperatur abhängig. Für Schneehöhenmessungen ist der relevante Temperaturbereich klein. Für den Fall, dass die Signalstärke über große Temperaturbereiche verwendet werden soll, kann eine Kompensation hilfreich sein. Erste Messungen hierzu legen folgende Abhängigkeit für Ziele mit Reflektivitäten $> 80\%$ nahe:

$$S_N(T) = -0.125 \times T (^{\circ}\text{C}) + S_N(24^{\circ}\text{C}) + 3.$$

Bei 0°C führt diese Korrektur zu einem Anstieg der Signalstärke um den Wert 3.

5.6 SF im Analogmodus (nur Firmware 9.05)

Ausschließlich bei Firmwareversion 9.05 wird der Analogmodus für $SF \neq 1$ nicht

korrekt abgebildet. Wenn andere Skalierungsfaktoren verwendet werden, müssen RE und RB wie im (typischen) nachstehenden Beispiel angepasst werden:

RB = -1 m, RE = 4, SF = 1: okay

Für SF = 2: setze RB = -2 und RE = 8, SF = 2

6 Winkeleinstellungen

6.1 Verfahren über Referenzgegenstand

Um den Neigungswinkel zu ermitteln, kann der Installateur einen Referenzgegenstand mit einer festgelegten Höhe c verwenden (siehe Abb. 20).

- ▮ Aktuellen Messvorgang unterbrechen „ESC“. Mit „xt10“ das Messintervall auf 10 Sekunden einstellen. „sp0“ und „of0“ prüfen und ggf. setzen. Prüfen, ob der Skalierungsfaktor „sf“ korrekt ist und „xp“ ermöglicht eine hohe Variabilität für den Installationsprozess, z. B. wenn $sf=1$; $x_p > c$.
- ▮ Sensor im gewünschten Winkel installieren, z. B. 15° und mit dem Schneehöhenmesser eine Distanzmessung durchführen (A).
- ▮ „xm“ starten – 6 Sekunden warten, mit „xw“ den Messwert abfragen.
- ▮ Messvorgang mit „ESC“ abbrechen - Messwert notieren
- ▮ Objekt (B) platzieren und eine neue Messung starten
- ▮ Berechnen des Winkels α (C) und Verwenden von „sp“ um den Winkel zu setzen
- ▮ Die ausgegebenen Werte entsprechen nun der vertikalen Distanz. Es wird eine negative Zahl ausgegeben.
- ▮ Über „so“ erfolgt nun eine Distanzmessung zur Festlegung des Offsets
- ▮ Änderung von „xt“ für die gewünschte Messfrequenz, „xp“ auf die akzeptierte Varianz zwischen 2 Messwerten und mit „xm“ wird die Messung gestartet..

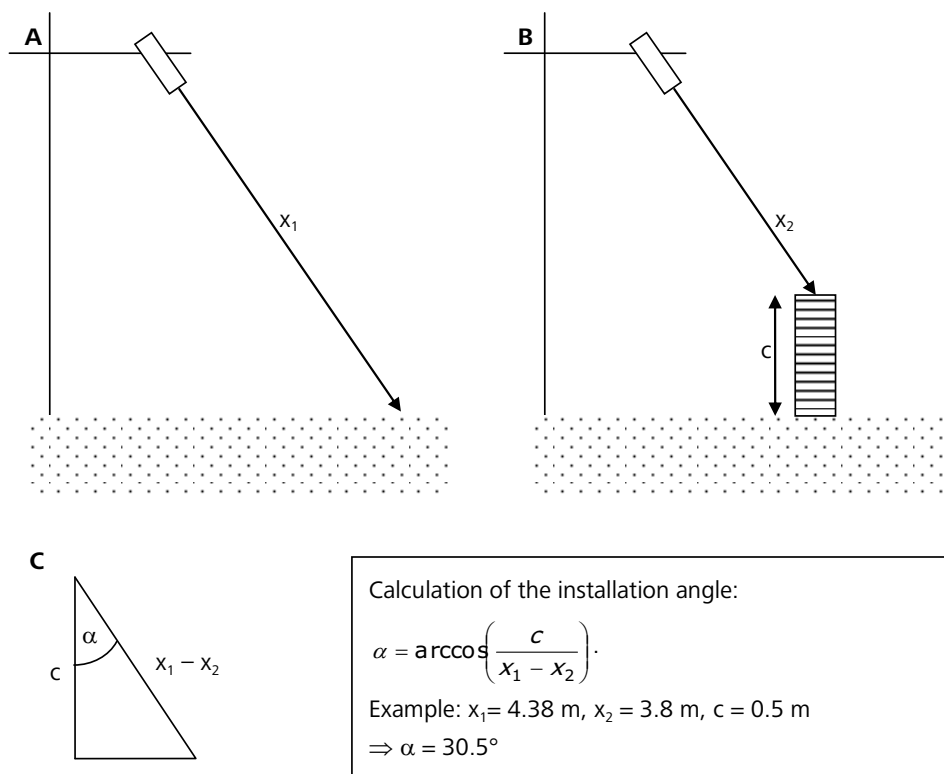


Abb. 20: Verfahren zur Winkelbestimmung mit einem definierten Gegenstand.

Absoluter und relativer Fehler: Ist die Höhe des Referenzobjektes **c** nicht sauber definiert z. B. aufgrund eines schlechten, wackeligen Untergrundes, wirken sich entsprechende Fehler 1:1 auf die Genauigkeit der Schneehöhe aus. Auch wenn der relative Fehler zwischen 2 Messungen deutlich kleiner ist, wird trotzdem empfohlen einen möglichst präzise definierten und nicht zu kurzen Gegenstand zu verwenden

6.2 LOT- Verfahren

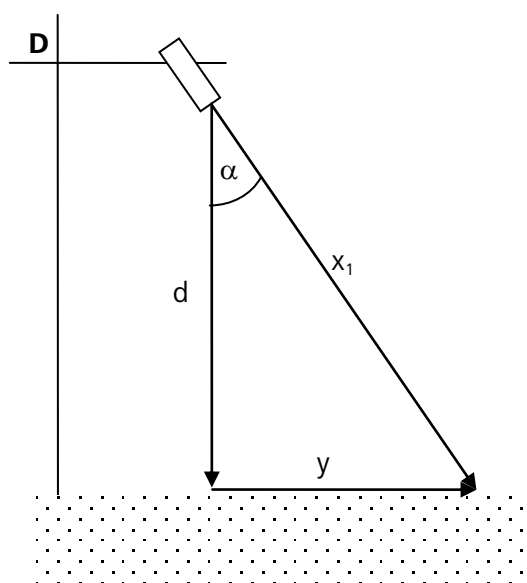


Abb. 21: Lot-Verfahren: $\alpha = \arcsin(y / x_1)$

Die Verwendung eines Lots ist eine präzise Methode für die Einstellung des Neigungswinkels. Abbildung 21 stellt die Vorgehensweise dar. Der Sensor wird in Betrieb genommen (auf Standardwerte achten (siehe Kapitel 3.1)) und am Boden der Abstand y zwischen Lot und sichtbarem Laserspot vermessen. Unter Verwendung der gemessenen Distanz des Sensors (sp_0 , of_0) und y wird der Winkel auf genaue Art berechnet.

Beispiel zur Fehlerbeschreibung und Genauigkeit:

Eine fehlerhafte Bestimmung der Distanz y um 5 cm führt bei einer Montagehöhe von 4 m und einem gewünschten Winkel von 30° zunächst zu einer systematischen Abweichung in der absoluten Messung der Distanz d von 3 cm.

Nach Korrektur des offset (so), werden nur relative Fehler berücksichtigt.

Das relative Maß der Schneehöhenänderung hat

In diesem Fall liegt ein Fehler zwischen 0.01 % und 0.1 %, abhängig von der realen Schneehöhe (0 ... 3.5 m), vor.

7 Messbeispiele

Dieses Kapitel zeigt einige Messbeispiele für Schneehöhen- und Testmessungen.

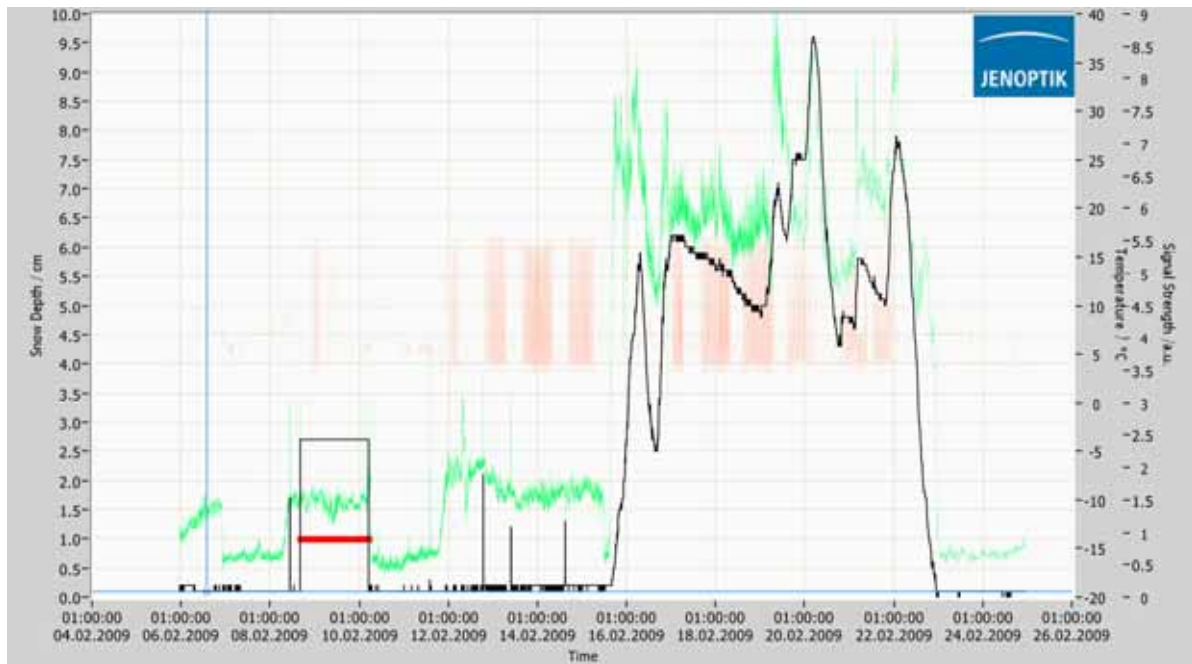


Abb. 22: Beispiel für eine 22-Tage-Schneehöhenmessung im Flachland in Deutschland. Die schwarze Kurve zeigt die Schneehöhe, die grüne Kurve die Signalstärke und die roten Punkte zeigen Fehlmessungen. Die roséfarbene Kurve stellt die Heizungsaktivität dar.

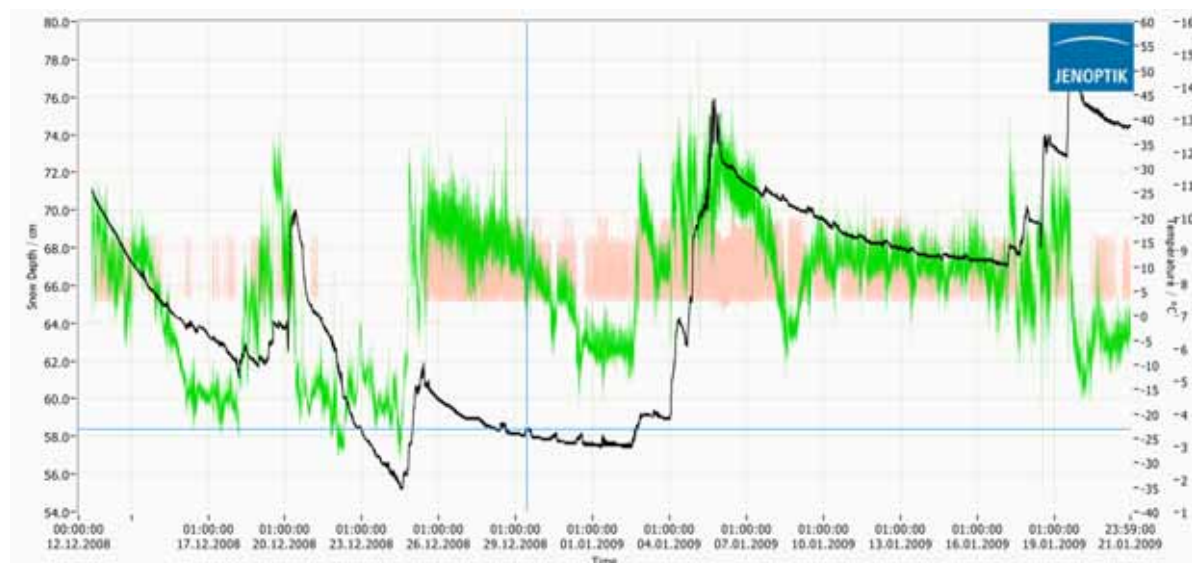


Abb. 23: Beispiel für eine 40-Tage-Schneehöhenmessung im Mittelgebirge in Deutschland

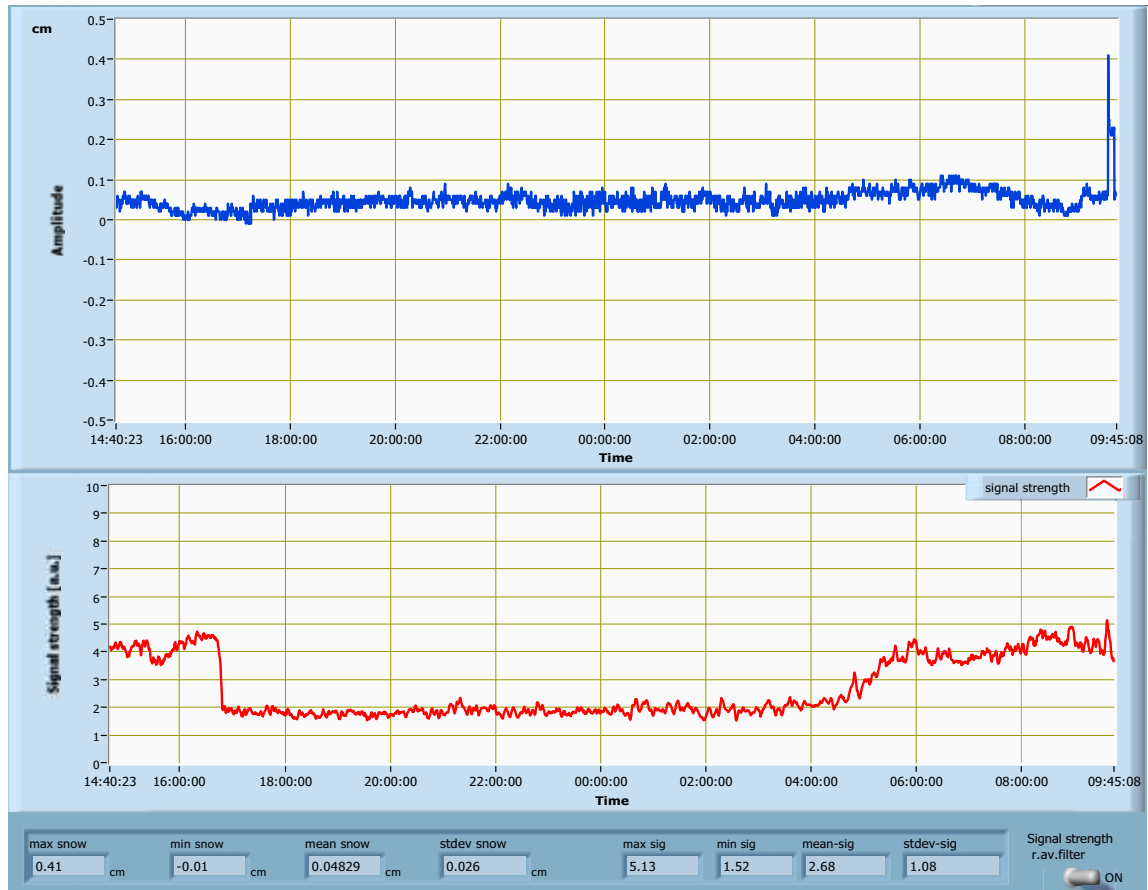


Abb. 24: SHM 30 Schneehöhen- (oben) und Signalstärkemessung (unten). Darstellung der Variation der Schneehöhe und der Signalstärke über einen Zeitraum von 19 Stunden. Gegen 16:45 Uhr (UTC) setzt Regen ein, der das Reflektionsverhalten einer Messplatte auf dem Boden ändert. Die Platte trocknet morgens wieder ab. Gegen 9:30 Uhr wird eine 1 mm starke Referenzkarte mit 50 % Reflektion kurz in den Strahl eingebracht.



Abb. 25: Referenztafel, Beispiel für eine Zieltafel mit 50 % Reflektion.

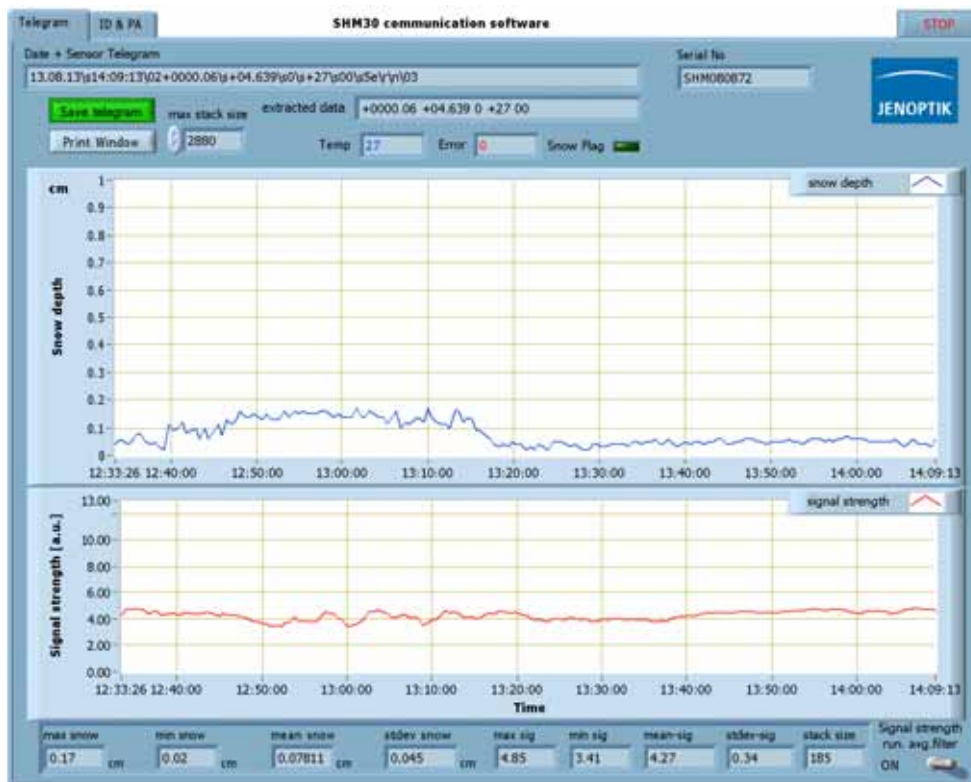


Abb. 26: SHM 30 Kommunikations-Software

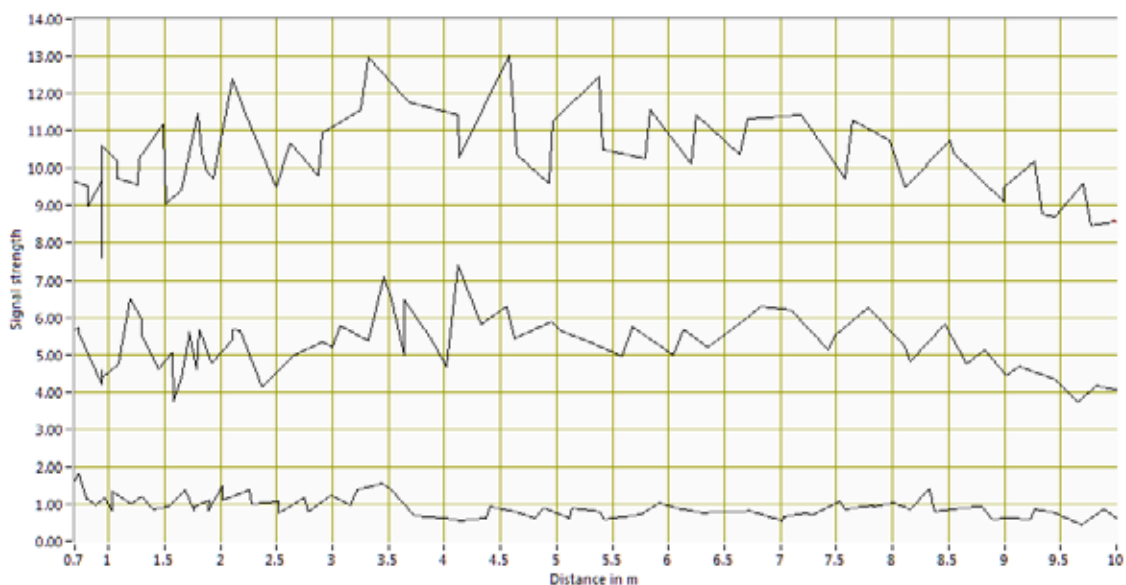


Abb. 27: Variation der Signalstärke

mit der Distanz und in Abhängigkeit von Zieltafeln verschiedener Reflektivitäten (oben 86 %, Mitte 50 %, unten 6,25 %) nach der Normalisierung entsprechend Abschnitt 5.5. Die Zieltafeln 86 % (SHd) und 6,25 % (SLd) entsprechen dabei den hellen und dunklen Zielen die im Sensor für 5 verschiedenen Distanzen abgelegt werden.

8 Service

8.1 Fehlercodes

Der SHM 30 enthält verschiedene Fehlercodes. Diese Codes sind vollständig verfügbar, wenn der Sensor über eine digitale Schnittstelle (RS232, RS422) verbunden ist. Der analoge Stromausgang erzeugt einen allgemeinen 3 mA (oder 21 mA) Strom zur Abbildung eines Fehlers ohne weitere Details. Im normalen Betriebsmodus zeigen die Fehler E15 bis E24 Probleme mit laufenden Messungen, E61 E65 und E67 können auftreten, wenn der Anwender mit dem Gerät kommuniziert.

Im Falle von Hardwarefehlern am Sensor ist im Allgemeinen ein Service durch die G. Lufft GmbH notwendig.

Fehlercode	Beschreibung
E15	Signal zu schwach, Abstand zu kurz (< 10 cm)
E16	Signal zu stark (Reflektion von Spiegeln)
E17	Gleichlicht zu stark
E18, E19	nur DX Modus (industrieller Sensorfehler, nicht verwendet beim SHM)
E23	Temperatur an der Laserdiode unter -10 °C
E24	Temperatur an der Laserdiode über +60 °C
E31	Hardwarefehler, fehlerhafte EEPROM Prüfsumme, Rücksendung des Sensors
E51	APD Spannungsausfall (Streulicht oder Hardware-Fehler)
E52	Laserstrom zu hoch, defekter Laser
E53	Mathematik (Division durch 0)
E54, E55	Hardwarefehler (Sensor muss zur Reparatur eingeschickt werden)
E61	ungültiges Kommando in RS232, RS422 Konfiguration
E62	1) Hardwarefehler im Interface 2) falscher Wert in der Interface-Kommunikation (Paritätsfehler SIO)
E63	SIO Überlauf, Prüfzeit für ausgegebene Signale in Applikationssoftware
E64	Framing-Fehler SIO, serieller Schnittstellen-Parameter nicht korrekt auf 8N1 gesetzt
E65	Messung wurde durch Abfrage des Anwenders unterbrochen. ab FW 9.05: Dieser Fehler tritt nicht mehr auf, wenn die laufende Messung mit xw im Pollingmodus abgefragt wird. Das Ergebnis wird nach der Messung übermittelt.
E66	Abweichungen der Schneehöhe zwischen zwei Messungen erfolgen durch einen von außen durch xp vordefinierten Wert. Der letzte gültige Wert ist stattdessen ausgegeben worden. FW 9.06: nach 60 Messungen wird der neue Wert akzeptiert
E67	Messung wurde durch „ESC“ abgebrochen

Tabelle 21: Fehlercodes

Fehlercodes	RS232 / RS422 Antwort	I _{out} (Stromwert 3 ... 21 mA)
E15	>eee.eeee sss.sss TTT 15 P<	3, 21 mA
E16	>eee.eeee sss.sss TTT 16 P<	3, 21 mA
E17	>eee.eeee sss.sss TTT 17 P<	3, 21 mA
E23	>eee.eeee sss.sss TTT 23 P<	3, 21 mA
E24	>eee.eeee sss.sss TTT 24 P<	3, 21 mA
E31	E31	3, 21 mA (Firmware 9.06) letzter Wert (Firmware 9.01 - 9.05)
E51	>eee.eeee sss.sss TTT 51 P<	3, 21 mA
E52	>eee.eeee sss.sss TTT 52 P<	3, 21 mA
E53	>eee.eeee sss.sss TTT 53 P<	3, 21 mA
E54, E55	>eee.eeee sss.sss TTT 54 P<	3, 21 mA
E61	E61	letzter Wert
E62, E63, E64	E62, E63, E64	letzter Wert
E65	>eee.eeee sss.sss TTT 65 P<	4 mA (Firmware 9.06) letzter Wert (Firmware 9.02 - 9.05)
E66	>eee.eeee sss.sss TTT 66 P<	3, 21 mA (Firmware 9.06) letzter Wert (Firmware 9.02 - 9.05)
E67	E67	4 mA (firmware 9.06), letzter Wert (Firmware 9.05)

Tabelle 22: Fehlertelegamm und analoger Signalausgang nach Auftreten eines spezifischen Fehlers,
I_{out} {3; 21} ist abhängig von re, rb

Spezielle Einstellung Inbetriebnahmefehler

Die folgenden Schneehöhenwerte sind Initialisierungswerte, die in das Datentelegamm übertragen werden, auch wenn ein Fehler direkt nach dem Systemstart oder wenn der Startbefehl xm gesetzt ist und ein Fehler auftritt.

eee.eeee:= RB (Startwert des Bereichs) (Firmware 9.06, konsistent zu I_{out})

eee.eeee:= 0 m (nur mit Firmware 9.05)

eee.eeee: - 99 m (Firmware 9.04 und früher)

In allen anderen Fällen wird die letzte gültige Messung als eee.eeee-Wert wiederholt.

8.2 Reinigung und Wartung

Vor der Reinigung beachten!

Laserstrahlung Klasse 2! Bitte nicht in den Laserstrahl blicken!



Intervall	Reinigung / Wartung	Bemerkung
quartalsweise	Strahlaustritt auf Sauberkeit prüfen und ggf. Ablagerungen, Staub, Insekten entfernen	Mechanik mit Mikrofaser-tuch, ggf. Wasser und neutralem Reinigungsmittel abwischen, Optik nur mit Luftdruck reinigen
Jährlich, vor Wintereinbruch	Überprüfen der Kabelverbinder, Befestigungsklemme, Grundreinigung des Streulichtrohrs	Inbusschraubenzieher, siehe Abb. 28 & 29; Reinigung wie oben.
Nach Bedarf	Schnee- und Eisablagerungen entfernen	

Tabelle 23: Reinigungsplan und -maßnahmen

Von einer Reinigung der Optiken im Feld wird abgeraten! Eine Reinigung sollte nur in einer Laborumgebung mit Alkohol und Linsenreinigungstüchern von fachkundigem Personal gereinigt werden! Hierfür muss der Sensor demontiert werden. Entfernen Sie das Tubusrohr und die Blende (siehe Abb. 28 bis 30) und reinigen Sie den Sensor professionell. Außerhalb von Laboren sollte nur Druckluft zur Reinigung verwendet werden.



Die Streulichtunterdrückung mit Blende an der Vorderseite des Sensors (blaues Gehäuse) kann zur Reinigung abgeschraubt werden, siehe Abb. 28 bis 30.

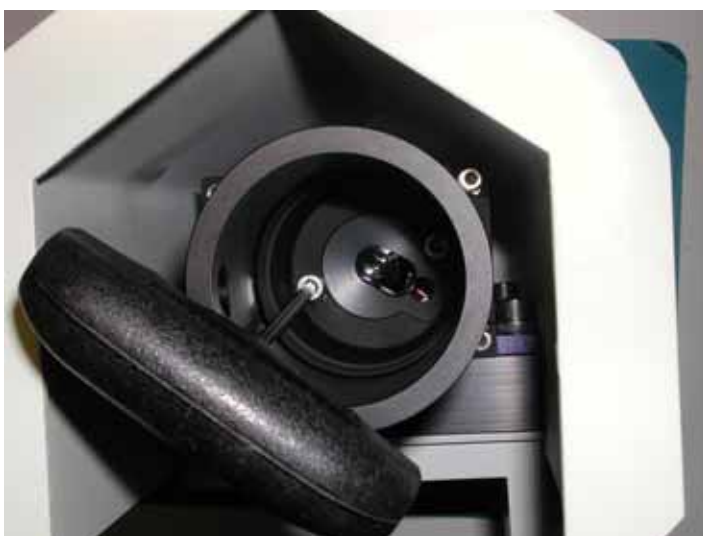


Abb. 28: Streulichtunterdrückung zur Reinigung des Rohres und der Optiken entfernen.



Abb. 29: Reinigungszubehör:
Blasebalg (Fotozubehör), Inbusschlüssel mit T-Griff (M3) und entferntes Streulichtrohr mit Blende



Abb. 30: Sensor LDM30.11
Im Servicefall muss nur dieser Geräteteil im Feld ausgetauscht bzw. zur Reinigung mit ins Labor genommen werden.

Im Falle einer notwendigen Reparatur sollte nur das Messmodul LDM30.11 entsprechend Abbildung 30 zu Luft geschickt werden:

- ! um Transportkosten zu sparen,
- ! den Installationsaufwand nach Reparatur vor Ort gering zu halten,
- ! um Transportschäden an den übrigen Gehäuseteile zu vermeiden.



Vorsicht! Das Öffnen des inneren Gehäuses LDM30.11 kann zu gefährlicher Strahlungsexposition führen! Das Öffnen führt in der Regel zum Garantieverlust.

8.3 Firmware Versionen

Datum	Software Version	Beschreibung
01.06.2009	9.04	Offizielle Markteinführung im August 2009 mit Firmware 9.04
01.09.2011	9.05	- Winkelpräzision „sp“ korrigiert um einen Faktor 10, jetzt 0,1° Schritte - Reflektivität normal integriert (Betriebskalibration auf weißen „sh“ und schwarzen „sl“ Zielen) - Ausgabepräzision geändert von 1 mm auf 0.1 mm - Fehler in der Telegrammdarstellung für große Skalierungsfaktoren behoben - Fehler „E65“ tritt nicht mehr beim Abbrechen von Messungen im Polling-Modus auf. Die Messung wird nun beendet und die Antwort nach der Messung gesendet. „E67“ hinzugefügt, erscheint, wenn die Messung durch Drücken von „ESC“ abgebrochen wurde
15.11.2011	9.06	Fehlerbehandlung für „E66“ (xp außerhalb des Bereichs) angepasst. Ein neuer Wert wird nach 60 Messungen übernommen, der analoge Strommodus zeigt im Fehlerfall nun 3 mA / 21 mA statt des letzten Wertes.
09.07.2012	9.07	- Behebung zweier Bugs, die in seltenen Fällen zu einem Sperrzustand im Polling-Modus führten. - Beachtung von Groß- und Kleinschreibung bei der Eingabe vom Kommandos ist nicht mehr notwendig - Der DMA-Transfer wird durch den Messprozess nicht mehr unterbrochen.
1.11.2012	9.08	- Format für einstellige Temperaturwerte korrigiert (vorher TTT<space>+9, jetzt TTT+09. - SH, SL Grenzen eingeführt]0, 100]
15.07.2013	9.09	- Telegramm 2 (sdb) ergänzt - Benutzervariablen M1... M8 eingeführt - Normalisierung der Signalstärke grundlegend überarbeitet, SHd, SLd Parameter eingeführt. - Variable „snow flag (X)“ und Schwellwert „ss“ eingeführt.
01.10.2014	9.10	internes Jenoptik-Update für Konformität mit modernisiertem Prüfstand, keine Auswirkungen auf die Anwendungen des SHM 30

Tabelle 24: Firmware Versionen

Abb. 1: Funktionsprinzip SHM30	6
Abb. 2: Typenschild an der Unterseite des SHM 30.	9
Abb. 3: Laserwarnschild an der linken Seite des SHM 30,.	9
Abb. 4: Kennzeichnung des Laserstrahlaustritts	10
Abb. 5: Typenschild am inneren Gehäuse	10
Abb. 6: 3D-Konstruktion Model SHM 30	15
Abb. 7: Maße SHM 30 mit Standardschelle 8365.610-11.	16
Abb. 8: Interfacekabel SHM 30 mit AWG24 Adern (4 x 2 x 0,25 mm ²)	16
Abb. 9: Empfohlene Kabelterminierung, wenn die RS232-Leitung nicht verwendet wird.	17
Abb. 10: Standardlieferungsumfang SHM 30	19
Abb. 11: Variable Befestigungsklemme 8365.610-11 für Masten bis Ø < 72 mm.	20
Abb. 12: Befestigungsklemme 8365.608-11 für Masten bis Ø 80 mm.	20
Abb. 13: Befestigungsklemme 8365.609-11 für Masten bis Ø 300 mm.	20
Abb. 14: vollständig gepackt (links); SHM 30 (rechts)	21
Abb. 15: Befestigungsklemme und SHM 30 (links),	21
Abb. 16: Kabelinstallation und Befestigungsklemme 8365.610-11	23
Abb. 17: Installation der Mastschelle 8365.608-11 (analog 8365.609-11).	24
Abb. 18: Installationshilfe.	25
Abb. 19: Abhängigkeit der Signalstärke SM von der Distanz	36
Abb. 20: Verfahren zur Winkelbestimmung mit einem definierten Gegenstand.	39
Abb. 21: Lot-Verfahren: $a = \arcsin(y / x1)$	40
Abb. 22: Beispiel für eine 22-Tage-Schneehöhenmessung im Flachland in Deutschland.	41
Abb. 23: Beispiel für eine 40-Tage-Schneehöhenmessung im Mittelgebirge in Deutschland	41
Abb. 24: SHM 30 Schneehöhen- (oben) und Signalstärkemessung (unten).	42
Abb. 25: Referenztafel, Beispiel für eine Zieltafel mit 50 % Reflektion.	42
Abb. 26: SHM 30 Kommunikations-Software	43
Abb. 27: Variation der Signalstärke.	43
Abb. 28: Streulichtunterdrückung zur Reinigung des Rohres und der Optiken entfernen.	47
Abb. 29: Reinigungszubehör:	48
Abb. 30: Sensor LDM30.11.	48

Tabelle 1: SHM Sensorvarianten, Beschreibung und Artikelnummern	13
Tabelle 2: SHM Zubehör und Artikelnummern	13
Tabelle 3: Ersatzmodule & Artikelnummern	13
Tabelle 4: Laserparameter.	13
Tabelle 5: Messparameter: Schneehöhe und Signalstärke	14
Tabelle 6: Messparameter: Entfernung zu festen Zielen	14
Tabelle 7: Elektrische Parameter	14
Tabelle 8: Sicherheits- und Umweltparameter.	14
Tabelle 9: Datenverbindung Parameter.	15
Tabelle 10: Maße und Gewicht.	15
Tabelle 11: Farbcodebeschreibung Interfacekabel mit RS232 Anschluss,	16
Tabelle 12: Farbcodebeschreibung Interfacekabel mit RS 422Anschluss,	17
Tabelle 13: Farbcodebeschreibung Interfacekabel mit externer Heizungssteuerung.	18
Tabelle 14: "PA" Beispielausgabe der eingestellten Parameter für die Firmware 9.09.	27
Tabelle 15: "ID" Beispielausgabe der Befehlsliste für Firmware 9.09	28
Tabelle 16: Konfigurationsparameter,	29
Tabelle 17: Umschalten vom automatischen Sendemodus (sry) auf den Abfragemodus.	31
Tabelle 18: Beispiele für verschiedene Skalierungsfaktoren	31
Tabelle 19: Telegrammbeispiel Format sda & Prüfung.	32
Tabelle 20: Telegrammbeispiel Format sdb & Prüfung.	33
Tabelle 21: Fehlercodes	45
Tabelle 22: Fehlertelegramm und analoger Signalausgang nach Auftreten eines spezifischen Feh- lers,	46
Tabelle 23: Reinigungsplan und -maßnahmen	47
Tabelle 24: Firmware Versionen	49



ZERTIFIZIERT
DIN EN ISO 9001
NR 70100 F 222
CERTIFIE



G. Lufft GmbH, Postfach 4252, 70719 Fellbach

G. LUFFT MESS- UND
REGELTECHNIK GMBH
GUTENBERGSTR. 20
70736 FELLBACH

TEL.: +49 711 518 22 0
FAX: +49 711 518 22 41
EMAIL: info@lufft.de
www.lufft.de

EG-Konformitätserklärung

Produkt: Schneehöhen - Sensor

Typ: SHM 30 (Best.-Nr. 8365.XX)

Hiermit erklären wir, vertreten durch den Unterzeichner, dass das bezeichnete Gerät der EMV – Richtlinie 2004/108/EG entspricht.

Folgende harmonisierte Normen wurden berücksichtigt:

EN 61326-1:2006

Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-
Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 61326-1:2005)

Fellbach, 24.07.2015

Axel Schmitz-Hübsch
(Geschäftsführer)

**G. LUFFT Mess- und
Regeltechnik GmbH**

Lufft Germany:

Fellbach Office:

Postal Address:

Gutenbergstrasse 20

D-70736 Fellbach

Address:

P.O. Box 4252

D-70719 Fellbach

Tel.: +49 (0)711 51822-0

Fax: +49 (0)711 51822-41

www.lufft.com

info@lufft.de

Berlin Office:

Carl-Scheele-Strasse 16

D-12489 Berlin

Phone: +49 711 51822-831

Fax: +49 711 51822-944

a passion for precision · passion pour la précision · pasión por la precisión · passione per la precisione ·

Lufft North America:

Lufft USA, Inc.

820 E Mason St #A

Santa Barbara, CA 93103

Tel.: +01 919 556 0818

Fax: +01 805 845 4275

E-Mail: sales@lufftusainc.com

www.lufft.com

Lufft China:

Shanghai Office:

Lufft (Shanghai)

Measurement & Control

Technology Co., Ltd.

Room 507 & 509, Building No.3,

Shanghai Yinshi Science and

Business Park,

No. 2568 Gudai Road,

Minhang District,

201199 Shanghai, CHINA

Tel: +86 21 5437 0890

Fax: +86 21 5437 0910

E-Mail: china@lufft.com

www.lufft.cn

