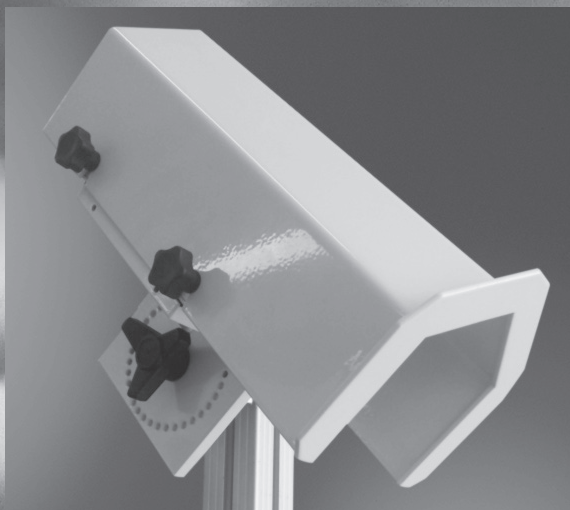


Bedienungsanleitung

SHM31

Schneehöhensensor

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



www.lufft.de

Lufft

— an OTT HydroMet brand —

Sehr geehrter Anwender

Lesen Sie dieses Bedienerhandbuch bitte vor Inbetriebnahme des Schneehöhensensors SHM31 sorgfältig durch. Weiterentwicklungen im Sinne des technischen Fortschritts bleiben vorbehalten.

OTT HydroMet Fellbach GmbH
Gutenbergstrasse 20
70736 Fellbach
Deutschland

Telefon: +49 711 51822-0
Hotline: +49 711 51822-52
Fax: +49 711 51822-41
Email: met-info@otthydromet.com (Vertrieb, Reparaturen)
Email: met-support@otthydromet.com (technische Hilfe)

Redaktionsschluss: Juni 2023

Datum	Ausgabe	Änderungen
30.04.17	Rev 1.0	Erste Veröffentlichung
08.05.18	Rev 1.3	Kapitel 7 und 11 überarbeitet, div. kleinere Änderungen
20.06.18	Rev 1.4	Kapitel Modbus eingefügt
08.11.18	Rev. 1.9	Kapitel SDI-12 für v1.4 erweitert, div. Überarbeitungen
30.06.23	Rev: 2.1	Sicherheitshinweise, neue Protokolle, div. Überarbeitungen



Dieses Handbuch ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieses Handbuchs darf in irgendeiner Form (Foto, Fotokopie,) ohne schriftliche Genehmigung der OTT HydroMet reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Das Handbuch wurde mit der gebotenen Sorgfalt bearbeitet. 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.

Inhaltsverzeichnis

1. Vor Inbetriebnahme lesen	5
1.1 Verwendete Symbole.....	5
1.2 Sicherheitshinweise.....	5
1.3 Hinweise zur Lasersicherheit und Laser-Klassifizierung	5
1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung.....	6
1.5 Fehlerhafte Verwendung	6
1.6 Verwendete Markennamen.....	6
2. Artikelbezeichnungen und technische Daten.....	7
2.1. Beschilderung	7
2.2. Technische Daten.....	8
2.3. Lieferumfang.....	9
2.4. Weitere Dokumente und Software	11
3. Gerätebeschreibung	12
3.1. Grundlagen zum Messverfahren	12
3.2. Einleitung zur Montage und Inbetriebnahme	12
3.3. Sensorheizung.....	13
4. Messwertbildung.....	14
4.1. Messwerte (akt, avg)	14
4.2. Normalbetrieb	14
5. Montage	15
5.1. Montagehinweise.....	15
5.2. Montage.....	15
6. Anschlüsse.....	17
6.1. Geräteanschluss.....	17
6.2. Anschlussbelegung	17
6.3. Anschlussempfehlung Kabelschirm.....	17
6.4. Versorgungsspannung.....	17
6.5. Daten-Schnittstellen.....	17
6.6. Heizungsfreigabe.....	17
7. Inbetriebnahme	18
7.1. Wichtige Hinweise für die Inbetriebnahme.....	18
7.2. Einschalten	18
7.2.1. Einstellungen über RS232 oder RS485	18
7.3. UMB-ConfigTool.NET	18
7.3.1. Basisinstallation mit ConfigTool.NET und serieller Schnittstelle	18
7.3.2. Sensorparameter des SHM31.....	26
8. Kommunikation via UMB-ASCII 2.0	29
8.1. Syntax.....	29
8.2. Prüfsumme	29
8.3. Beispiele	29
8.4. Beschreibung des Datentelegramms #1 am Beispiel	30
8.5. Zusätzliche Datentelegramme	31
8.6. Winkeleinstellung.....	32
8.7. ASCII Befehlsübersicht.....	32
9. UMB Kommunikation.....	38
9.1. Werkseinstellung	38
9.2. Übersicht Messkanäle	38
9.3. Kommunikation im Binär-Protokoll.....	40
9.3.1. Datenrahmen	40
9.3.2. Adressierung mit Klassen- und Geräte-ID.....	40
9.3.3. Beispiel für die Bildung von Adressen.....	41

9.3.4.	Beispiel einer binär-Protokoll-Abfrage	41
9.3.5.	Status- und Fehlercodes im UMB-Binärprotokoll	42
9.3.6.	CRC-Berechnung	42
10.	Kommunikation im SDI-12 Modus	43
10.1.	Anschlussbelegung	43
10.2.	Einstellungen für SDI-12 Betrieb	43
10.3.	SDI-Modus verlassen	43
10.4.	Befehlsübersicht	44
10.5.	Adress-Einstellung	45
10.6.	Messdaten-Telegramme	45
10.6.1.	Beispiel: C und M-Abfrage des SHM31-UMB	46
10.6.2.	Pufferbelegung Basisdaten SHM31-UMB	46
10.7.	Zusätzliche Messbefehle	47
10.8.	Telegramm Geräteidentifikation	48
10.9.	Telegramm Verifikation	48
10.10.	Befehl Abfrage Messwert-Parameter (SDI-12 v1.4)	49
10.11.	Schaltbefehle	50
10.11.1.	Befehl Wechsel des Einheitensystems	50
10.11.2.	Befehl Geräte-Reset	50
10.11.3.	Befehl Messung Ende	51
10.11.4.	Befehl Messung Start	51
10.11.5.	Befehl Laser Ein	51
10.11.6.	Befehl Laser Aus	51
10.11.7.	Befehl Offset und Winkel kalibrieren	51
10.11.8.	Befehl Offset kalibrieren	52
10.11.9.	Befehl Defrost-Heizzyklus anschalten	52
10.11.10.	Befehl Defrost-Heizzyklus ausschalten	52
10.12.	Parameter-Einstellbefehle	52
10.12.1.	Abruf der aktuellen Parametereinstellung	52
10.12.2.	Setzen der Parametereinstellung	53
11.	Kommunikation im Modbus Modus	54
11.1.	Modbus Anschluss und Kommunikationsparameter	54
11.2.	Adressierung	54
11.3.	Modbus-Funktionen	54
11.3.1.	Funktion 0x03 Read Holding Registers, 0x06 Write Single Register, 0x16 Write Multiple Registers	54
11.3.2.	Funktion 0x04 Read Input Registers	55
12.	Prüfung der Signalqualität	60
12.1.	Anwendung	60
13.	Service, Wartung und technischer Support	62
13.1.	Firmwareupdate	62
13.2.	Wartung	63
13.3.	Störungen	64
13.3.1.	Mögliche Fehlerbilder beim Schneehöhenmesser	64
13.3.2.	Mögliche Störeinflüsse, die das korrekte Funktionieren beeinflussen können	64
13.3.3.	Fehlercodes	64
13.4.	UMB Statuscodes	65
13.5.	Entsorgungshinweis - Innerhalb der EU	66
13.6.	Entsorgungshinweis - Außerhalb der EU	66
13.7.	Reparatur / Instandsetzung	66
13.8.	Technischer Support	66

1. Vor Inbetriebnahme lesen

Bitte lesen Sie die Bedienungsanleitung sorgfältig und bewahren Sie sie für späteres Nachschlagen auf. Bitte beachten Sie, dass diverse Komponenten des Gerätes und der beschriebenen Software etwas anders aussehen können als in den Abbildungen dieser Bedienungsanleitung.

1.1 Verwendete Symbole



Warnung auf mögliche Gefahren für den Anwender



Wichtiger Hinweis für die korrekte Funktion des Gerätes



Hinweis auf mögliche Gefahren für den Anwender durch Laserstrahlung

1.2 Sicherheitshinweise



- Montage und Inbetriebnahme dürfen nur durch ausreichend qualifiziertes Fachpersonal erfolgen
- Niemals an hoch spannungsführenden Teilen messen oder hochspannungsführende Teile berühren.
- Sensor hat ein Eigengewicht von ca. 2kg, wodurch beim Herunterfallen Verletzungen auftreten können. Tragen Sie den Sensor mit beiden Händen, um ein Herausgleiten der Wetterschutzhaube vom Sensor zu verhindern.
- Insbesondere während der Montage können Teile herunterfallen. Vermeiden Sie Risiken, indem Sie zunächst den Sensor ohne Haube transportieren und vollständig montieren und erst danach die Wetterschutzhaube auf den Sensor aufsetzen. Stellen Sie sicher, dass sich keine Komponenten am Ende der Installation lösen und herabfallen können.
- Die Masthalterung kann herstellungsbedingt scharfe Kanten aufweisen.
- Nutzen Sie bei der Montage eine geeignete Arbeitsschutzausrüstung und wenden Sie Sicherungsmaßnahmen an, um Verletzungen zu vermeiden.
- Technische Daten, Lager- und Betriebsbedingungen beachten

1.3 Hinweise zur Lasersicherheit und Laser-Klassifizierung



Der SHM 31 ist ein Laserklasse 2 Produkt entsprechend der internationalen Norm IEC 60825-1: 2014-03. Klasse 2 Laserprodukte sind augensicher während einer kurzzeitigen Bestrahlung (<0.25s). Längere Bestrahlungen können die Augen schädigen. Deshalb sollten Tier und Mensch es vermeiden in den Strahl zu blicken. Die Wellenlänge des hier verwendeten Lasermessgerätes liegt im roten, sichtbaren Spektralbereich. Der natürliche Lidschlussreflex unterstützt in der Regel bei Lebewesen, dass es zu keiner Schädigung kommt. Es sollte dennoch darauf geachtet werden, den Kopf wegzudrehen, wenn Laserlicht ins Auge fällt. Insbesondere bei geringer Umgebungshelligkeit können Laserklasse 2 Produkt den Betrachter temporär blenden und seine Aufmerksamkeit erheblich beeinflussen.

Maximale Bestrahlungsleistung	0,95 mW
Wellenlänge	635 nm
Pulsdauer	>400 ps
Pulswiederholrate	320 Mhz
Strahldivergenz	0,16 mrad x 0,6 mrad

Achtung



Nicht in den Laserstrahl blicken oder den Laserstrahl auf Personen oder Tiere richten! Der Zugang zum Laser-Sensor sollte nur autorisiertem, geschultem Personal möglich sein.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung



- Das Gerät darf nur innerhalb der spezifizierten technischen Daten betrieben werden
- Das Gerät darf nur unter den Bedingungen und für die Zwecke eingesetzt werden, für die es konstruiert wurde.
- Das Gerät darf nicht modifiziert oder umgebaut werden; die Betriebssicherheit und Funktion sind dann nicht mehr gewährleistet.

Die folgende grundsätzliche Verwendung gilt als bestimmungsgemäß:

- Messung von Entfernungen zu festen Zielen.
- Messung der Schneehöhe als Distanz zur Schneeoberfläche.
- Montage des Sensors an einem Mast oder Mastausleger mit der Blickrichtung unter einem Neigungswinkel zum Boden, (siehe auch Hinweise zur Lasersicherheit).
- Regelmäßige Reinigung, Prüfung der Messergebnisse und Wartung

1.5 Fehlerhafte Verwendung

Bei nicht sachgerechter Montage



- funktioniert das Gerät möglicherweise nicht oder nur eingeschränkt
- kann das Gerät dauerhaft beschädigt werden
- kann Verletzungsgefahr durch Herabfallen des Gerätes bestehen



Wird das Gerät nicht ordnungsgemäß angeschlossen

- funktioniert das Gerät möglicherweise nicht
- kann dieses dauerhaft beschädigt werden
- besteht unter Umständen die Gefahr eines elektrischen Schlags

1.6 Verwendete Markennamen

Alle verwendeten Markennamen unterliegen uneingeschränkt dem gültigen Markenrecht und dem Besitzrecht des jeweiligen Eigentümers.

2. Artikelbezeichnungen und technische Daten

Artikel	Artikelnummer
SHM31 Schneehöhensensor	8365.30
Mastbandschelle für Mast bis Ø80 mm	8365.608-11
Mastbandschelle für Mast bis Ø300 mm	8365.609-11
Mastschelle variable für Mast bis Ø72 mm	8365.610-11
Anschlusskabel 15 m	8365.KAB015
Referenz-Zieltafelset	8365.KWK-SET
Software UMB ConfigTool.NET	https://www.lufft.com/download/software-lufft-configtool-net/
Ersatz-Sensormodul	8365.30-SEN

Tabelle 1: Artikelnummern

2.1. Beschilderung

Die folgenden Aufkleber sind auf dem Produkt aufgebracht.

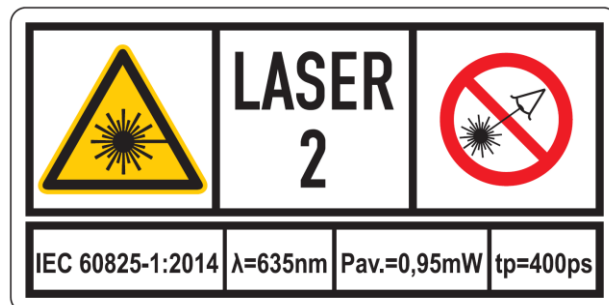


Abbildung 1: Laserwarnhinweis mit technischen Daten



Abbildung 2: Typenschild mit Seriennummer

2.2. Technische Daten

Kategorie	Bezeichnung	Wert
Messparameter	Schneehöhe	0 ... 15 m
	Genauigkeit	± (5 mm + 0.06 %)
	Wiederholbarkeit	0,6 mm
	Präzision, Reproduzierbarkeit	5 mm
	Signalstärke (normalisiert)	0 - 255
Installation	Montagehöhe/ Messdistanz	0,1 ... 16 m
	Neigungswinkel zur Senkrechten	10 ... 30 Grad
Daten – Schnittstelle	RS485	- UMB-Binär-Protokoll (19200 Bd variabel) - UMB-ASCII2.0 - Modbus-RTU - Modbus-ASCII
	SDI-12	- SDI-12 Protokoll
	RS232	- UMB-ASCII2.0 Protokoll (9600 Bd fest)
	RS485 und SDI-12 teilen sich die Anschlüsse und können nicht parallel verwendet werden. RS232 liegt an separaten Anschlüssen an und kann parallel zu RS485 oder SDI-12 betrieben werden.	
	Datenübertragung	Abfrage (polling): UMB, UMB-ASCII 2.0, SDI-12, Modbus Auto-Sendefunktion: UMB-ASCII2.0
Betriebsparameter	Temperaturbereich: ohne Heizung:	-40 °C ... +50 °C -10 °C ... +50 °C (Laser inaktiv < -10 °C)
	Rel. Feuchte	0 ... 100 %
	Spannungsversorgung	12 oder 24 VDC, Toleranz ±15 %
	Anschlussleistung mit Heizung	18 W
	Ø Verbrauch ohne Heizung	0,7 W
	Ø Verbrauch mit 10s Messintervall und angeschalteter Fensterheizung	3,4 W
	MTBF @ 25 °C / 40 °C	88.000 h / 50.000 h
	Länge Anschlusskabel unter Verwen- dung der RS232 Schnittstelle ¹	≤15 m
Sicherheit	Laser Sicherheit	Laserklasse 2 (IEC 60825-1:2014)
	Schutzklasse	IP68
	EMC	EN 61326-1:2012 (industrial standard)
	EU Directive	EMV 2014/30/EU, ROHS 2011/65/EU
Größe, Gewicht	Größe Sensor (LxBxH)	302 x 130 x 234 mm
	Gewicht Sensor	2,35 kg
	Größe Verpackung	400 x 240 x 180 mm
	Gewicht inkl. Verpackung	3,4 kg
Lagerbedingungen	Temperatur; rel. Feuchte	T={-25 °C ... +70°C}; rH <100 %

Tabelle 2: Technische Daten

¹Bei Verwendung von Anschlusskabeln >15 m können über RS232 Übertragungsprobleme auftreten. Weiter muss der Spannungsabfall über die Kabellänge berücksichtigt werden.

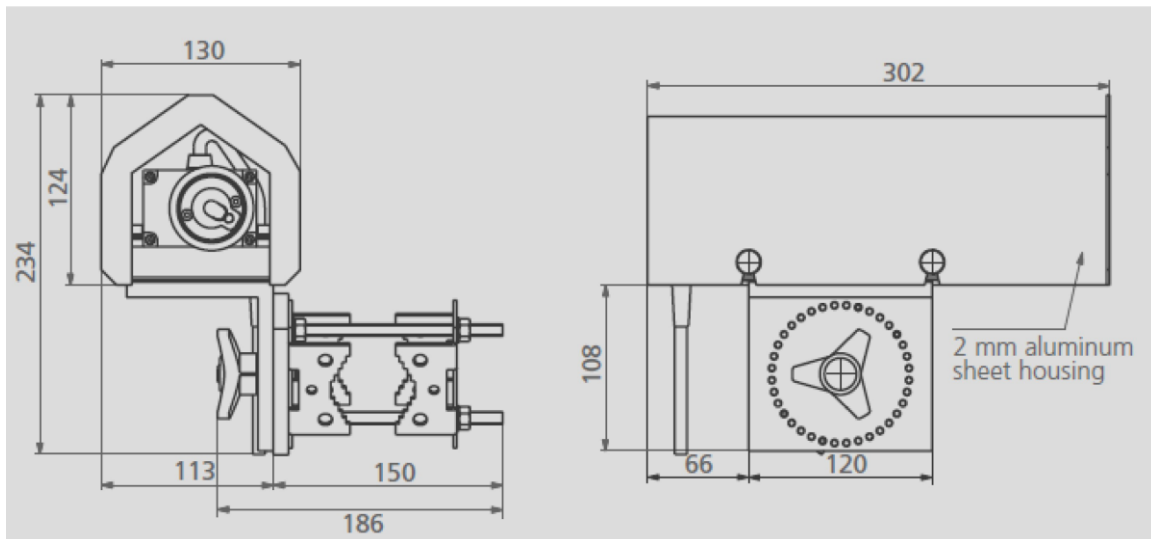


Abbildung 3: SHM 31 Maße, Technische Zeichnung

2.3. Lieferumfang

Die Lieferung besteht je nach Auftrag aus dem Standardlieferumfang (siehe Abbildung 4) und weiteren Komponenten (siehe Abbildung 5 bis Abbildung 9).

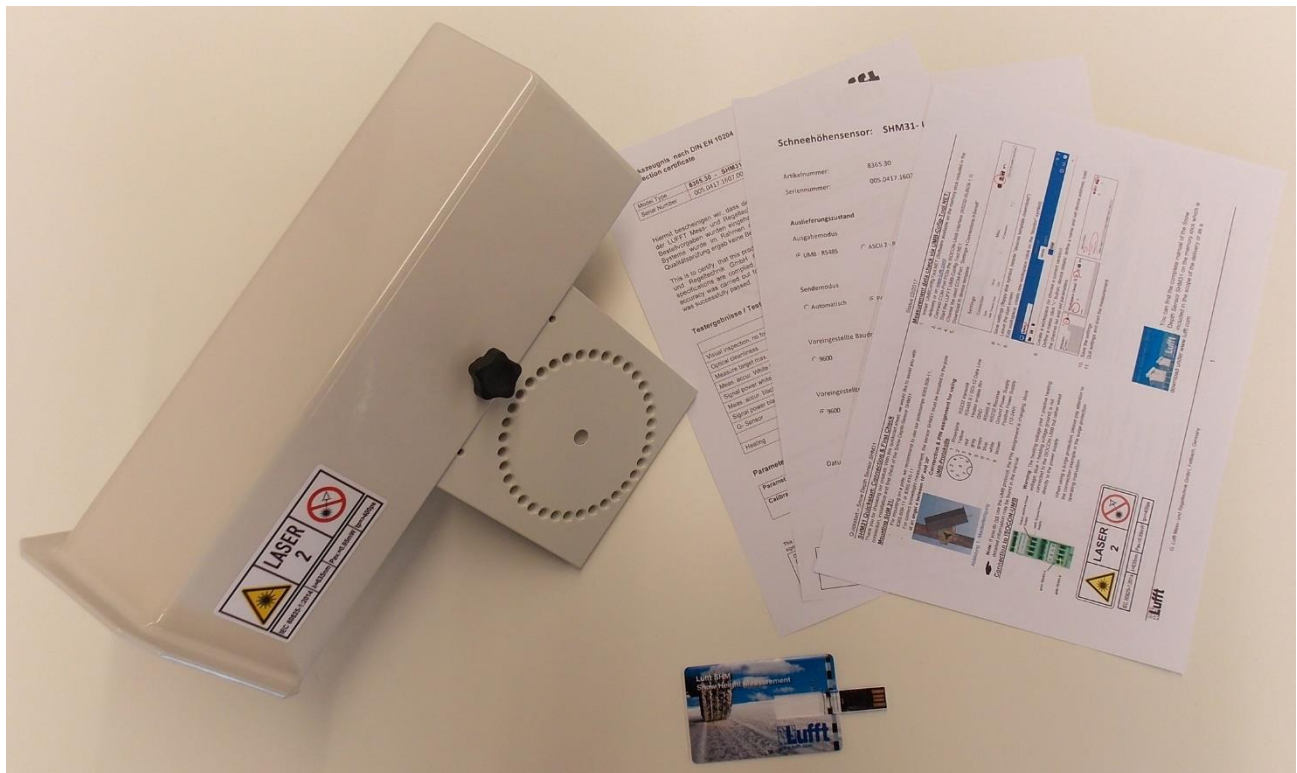


Abbildung 4: Standardlieferumfang 8365.30, bestehend aus Sensor, Testreport, Quick Start Guide und USB-Stick mit zusätzlicher Software und Dokumenten

SHM31
8365.30

Masthalterung
8365.610-11

Anschlusskabel
8365.KAB015



Abbildung 5: SHM31 Sensor, hier mit Masthalterung 8365.610-11 und Anschlusskabel

Masthalterung
8365.610-11



Abbildung 6: Masthalterung 8365.610-11

Masthalterungen mit
Stahlband

8365.608-11

oder

8365.609-11

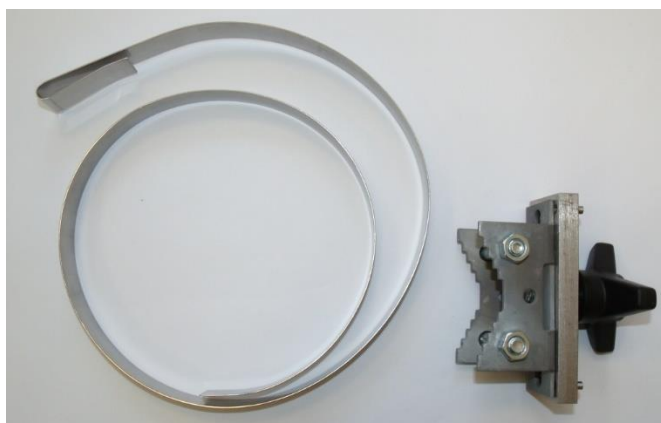


Abbildung 7: Masthalterung mit Montageschelle und Stahlband, hier für Masten bis $\varnothing = 300$ mm ($l = 1000$ mm)

Anschlusskabel
8365.KAB015



Abbildung 8: Anschlusskabel SHM31, Standardlänge 15 m

Referenz-Zieltafelset
8365.KWK-SET



Abbildung 9: Zieltafel Set, bestehend aus Farbkarten weiß und

Dokumentation

- Schnellstartanleitung
- Testbericht
- Konfigurationsübersicht

USB Stick

Bedienungsanleitung und Software UMB ConfigTool.NET

2.4. Weitere Dokumente und Software

Die kostenlose Konfigurationssoftware UMB ConfigTool.NET ist auf dem mitgelieferten USB Stick, sowie über die Webseite www.lufft.com verfügbar. Die Software steht für Windows, Android und zukünftig auch für einzelne Linux-Betriebssysteme zum Download bereit.

Im Internet unter www.lufft.com finden Sie folgende Dokumente und Software zum Herunterladen:

- Betriebsanleitung.....dieses Dokument
- UMB-Protokoll.....Kommunikationsprotokoll der UMB-Geräte
- UMB ConfigTool.NET.....Kommunikationssoftware für UMB-Geräte
- Firmware.....aktuelle Firmware des Gerätes

3. Gerätebeschreibung

3.1. Grundlagen zum Messverfahren

Der Schneehöhensensor SHM31 wendet das Phasenmessverfahren an, um präzise Distanzen zu Objekten zu bestimmen. Bei dem hier verwendeten Phasenmessverfahren werden kurze Laserpulse, die mit einer Frequenz in der Amplitude moduliert werden, von einer Laserdiode ausgesandt. Das Laserlicht wird an Objekten gestreut und mit einer Photodiode detektiert. Das Verfahren unterscheidet sich zum SHM 30 Schneehöhenmesser dadurch, dass hier kein kontinuierlich moduliertes Laserlicht ausgesendet wird, sondern einzelne Pulse, die in fester Beziehung zueinanderstehen. In Summe liegt der Vorteil bei dem neueren Verfahren darin, dass der Kontrast erhöht werden konnte und damit eine geringere Abhängigkeit vom Hintergrundlicht erzielt werden kann. Ebenfalls bewirken die kurzen Pulse, dass sich Specklemuster aufgrund der kurzen Kohärenzlänge nicht ausbilden können, die zu einer Unschärfe bei der Entfernungsbestimmung führen.

Das ausgesandte Laserlicht, das auf die Oberfläche auftrifft, wird zu kleinen Teilen zum Sensor zurückgestreut. Dieser Lichtanteil wird mit einem Referenzsignal in Beziehung gesetzt und daraus die Messdistanz ermittelt. Neben der Entfernungsbestimmung wird auch eine Bewertung der Signalstärke durchgeführt. Die Signalstärke wird bei OTT HydroMet im Produktionsprozess auf Zieltafeln entfernungsabhängig normalisiert. Das Verfahren gestattet Oberflächen verschiedener Reflektivität grob unterschieden zu können, um zum Beispiel Schnee von Gras zu differenzieren. Auch dient die Normalisierung dazu, die Sensoren untereinander vergleichbar zu machen. Weiteres findet sich hierzu im Abschnitt: Prüfung und Fehlerbeschreibung.

3.2. Einleitung zur Montage und Inbetriebnahme

Der Schneehöhensensor wird an einem Mast mit Hilfe der angebotenen Mastschellen montiert. Eine Montage an einem Mastausleger ist ebenfalls möglich, aber nicht erforderlich. Der Sensor wird Richtung Oberfläche ausgerichtet. Sein Montagewinkel (Neigungswinkel α) sollte zwischen 10 und 30 Grad liegen, um zu verhindern, dass herabfallender Schnee vom Mast oder Sensor selbst das Messergebnis beeinflusst. Ein zu großer Winkel bewirkt wiederum, dass der Laserstrahl zu flach auf den Boden trifft und die gewünschte Entfernungsmessung ein verschwommenes, nicht einheitliches Resultat liefern kann.

Der Anwender führt nach der Installation eine automatische Nullmessung durch, bei der die Distanz d_0 zur Oberfläche, sowie der Installationswinkel α gemessen und im internen Speicher als Referenzwerte hinterlegt werden, Abbildung 10 und Abbildung 11. Eine bereits vorhandene Schneehöhe während der Inbetriebnahme kann dem Sensor als Offset manuell mitgeteilt werden.

Die Schneehöhe h_1 berechnet sich nach:

$$h_1 = h_r - h = h_r - \text{mean}(d) \cdot \cos(\alpha)$$

Dabei ist h_r die Installationshöhe am Ausgang des Lasers und $\text{mean}(d)$ der gemittelte Messdistanzwert.

Im Schneehöhensensor SHM 31 sind 3 Schnittstellen implementiert:

- RS485 (Halbduplex),
- RS232
- SDI-12

Die RS232 Schnittstelle kann immer zeitgleich zur RS485 oder SDI-12 Schnittstelle verwendet werden. Die SDI-12 und RS485 Schnittstelle verwenden eine gemeinsame Anschlussleitung und können daher nicht gemeinsam verwendet werden. Welche Schnittstelle aktiv ist, wird in der Konfiguration festgelegt.

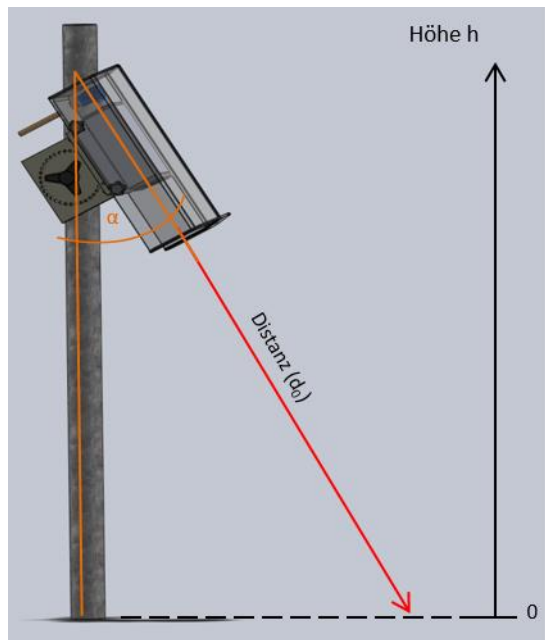


Abbildung 10: SHM31 Montage, Bestimmung der Distanz und des Winkels

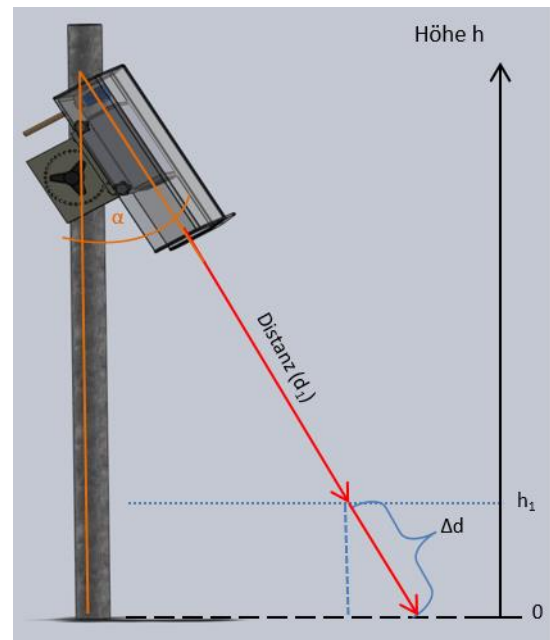


Abbildung 11: Berechnung der Schneehöhe h₁ aus dem Winkel und der Distanzdifferenz

Kommunikationsarten:

Die Kommunikation über die RS232 Schnittstelle erfolgt über das UMB-ASCII 2.0 Protokoll. Datentelegramme können im „Polling Verfahren“ abgefragt werden oder es kann ein automatischer Sendemodus eingestellt werden.

Die RS232 Schnittstellen-Konfiguration lautet : 9600 Baud, 8N1 (8 bit, none parity, 1 stop bit, none handshaking).

Die voreingestellte RS485 Schnittstelle-Konfiguration lautet: 19200 Baud, 8N1. Über diese Schnittstelle kann entweder via UMB-ASCII 2.0-Protokoll (Abfrage- oder automatischer Sendemodus) oder via UMB-Binär-Protokoll (reiner Abfragemodus) kommuniziert werden. Insbesondere das UMB-Binär-Protokoll erlaubt hier die Nutzung verschiedener Tools, wie das Lufft UMB ConfigTool.NET, aber auch die Anbindung an weitere Lufft spezifische Kommunikations- und Datenbanklösungen, wie SmartView.

Über die RS485-Schnittstelle ist außerdem ab Firmware-Version v16 Modbus-RTU und Modbus-ASCII verfügbar.

Die Vorgaben zur SDI-12 Schnittstelle finden sich im Kapitel 10.

3.3. Sensorheizung

Der SHM31 hat zwei integrierte Heizungskreisläufe. Ein Kreislauf temperiert den Laser und verhindert weitestgehend ein Beschlagen des optischen Fensters. Ein Heizungskreislauf lässt sich parametrisieren und wird im „defrost Modus“ zur Enteisung der Scheibe verwendet. Eine deutliche Erwärmung des Innengehäuse gegenüber der Außentemperatur entspricht dem normalen Betriebsverhalten des Sensors.

4. Messwertbildung

4.1. Messwerte (akt, avg)

Auslieferungszustand: Bei den aktuellen Messwerten handelt es sich um über 60 s gemittelte Messwerte. Alle 10 s wird intern eine neue Messung durchgeführt. Für die aktuellen Messwerte werden also 6 dieser 10 Sekunden Messwerte gemittelt und bereitgestellt.

Die Messwerte mit der Bezeichnung avg, min, max werden in der Standardeinstellung über 10 Minuten gemittelt ausgegeben.

4.2. Normalbetrieb

Der Schneehöhenmesser wird durch Anschließen bzw. Entfernen der Spannungsversorgung ein- bzw. ausgeschaltet.

Nach dem Einschalten benötigt er eine Startzeit von einigen Sekunden bis eine Kommunikation möglich ist. In den ersten Sekunden nach einem Neustart ist der Sensor bereit UMB-Kommandos über die RS485 Schnittstelle zu empfangen. Dies gilt auch dann, wenn der Anwender das SDI-12 Protokoll im Betrieb hat und dient dazu, in jedem Fall über diesen Weg den SDI-12 Modus wieder verlassen zu können.

5. Montage

5.1. Montagehinweise



Schauen Sie nicht in den Laserstrahl des SHM31.



Schalten Sie den SHM31 erst nach der Montage und Ausrichtung ein.

5.2. Montage

Der Schneehöhensensor wird an einem Mast mit Hilfe der angebotenen Mastschellen montiert. Der Sensor wird Richtung Oberfläche ausgerichtet. Sein Montagewinkel (Neigungswinkel α) sollte zwischen 10 und 30 Grad liegen, um zu verhindern, dass herabfallender Schnee vom Mast oder Sensor selbst das Messergebnis beeinflusst (Abb. 15). Ein zu großer Winkel bewirkt wiederum, dass der Laserstrahl zu flach auf den Boden trifft und die gewünschte Entfernungsmessung ein verschwommenes, nicht einheitliches Resultat liefern kann. Hinzu kommt, dass die Berechnungsgenauigkeit der Schneehöhe durch den Einfluss der Winkelmessung mit größeren Neigungswinkeln abnimmt.



Abbildung 12: SHM31 Sensoren mit Mastschelle 8365.610-11 (oben links), Mastschelle 8365.608-11 (unten links) und SHM30 Sensor mit Mastschelle 8365.608-11 (mitte rechts).

Bei der Montage sollte zunächst die Mastschelle am Mast fest montiert werden. Die Reihenfolge, ob zunächst das Anschlusskabel am Sensor oder zunächst der Sensor mit Hilfe des Dreisterngriffs an der Mastschelle montiert werden soll, ist nicht festgelegt und hängt von den örtlichen Bedingungen ab.

Um das Kabel anzuschließen, ist zunächst die Haube an den 3 Rändelschrauben zu lösen und abzunehmen. Dann kann das Kabel mit der Knickschutzülle in die Ausfräsung der Bodenplatte seitlich eingeführt und der Stecker fest verschraubt werden, siehe Abbildung 12 und Abbildung 14.

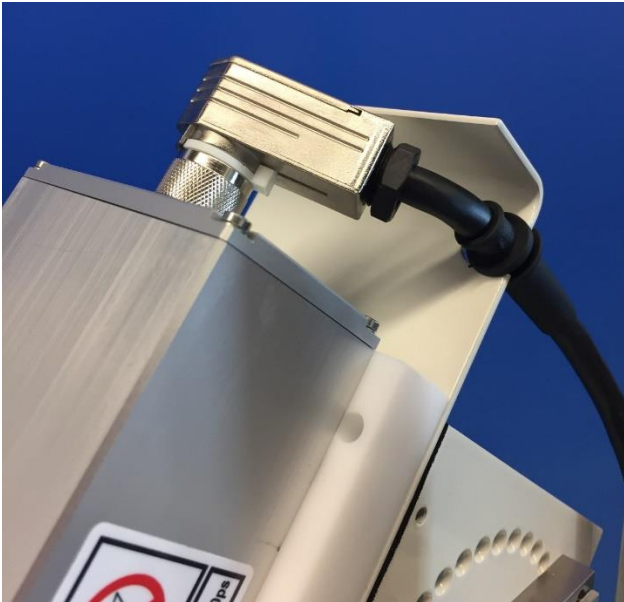


Abbildung 13: Montage des Anschlusskabels am Sensor. Die Knickschutzülle wird bei der Kabelmontage in die Ausfräsung der Bodenplatte eingesetzt. Der Amphenol Steckverbinder kann bei Bedarf nach dem Lösen des weißen Montagerings im Winkel verstellt werden (45 ° Schritte).



Abbildung 14: Sensor montiert mit Haube. Nach dem Anbringen des Kabels wird die Wetterschutzhaube wieder über die 3 Rändelschrauben fixiert.

Der Sensor kann über seinem 360° Lochring auf die Stifte der Mastschelle aufgesetzt und mit Hilfe des Dreisterngriffes arretiert werden. Der Lochring hat eine 10° Einteilung und erlaubt eine grobe Neigungseinstellung des Sensors.

In der Abbildung 15 sind die generellen Aufstellungsbedingungen skizziert. Das Kriterium den Sensor nicht Richtung Sonne auszurichten, wurde beim SHM31 etwas aufgeweicht, da bisher noch keine Einschränkung bezüglich der Bestrahlungsstärke durch an der Schneeoberfläche reflektierten Sonnenlichts bekannt ist. Bei starker Sonneneinstrahlung im Hochgebirge sind höhere Messunsicherheiten aber auch nicht auszuschließen.

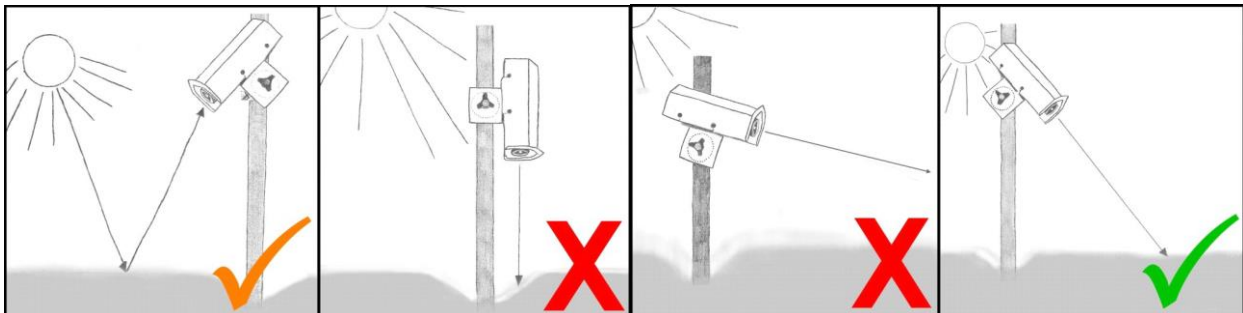


Abbildung 15: Montagerichtung und Winkel SHM 31

Im Unterschied zum SHM 30 muss der Winkel beim SHM31 nicht mehr manuell bestimmt und dem Sensor übergeben werden. Der SHM31 verfügt über einen eingebauten Neigungssensor.

Im Auslieferungszustand wird der Referenzwinkel für die Berechnung der Schneehöhe verwendet. Der Referenzwinkel wird nach der Installation bei der Nullmessung zusammen mit der Referenzhöhe bestimmt. Es besteht aber auch die Möglichkeit den aktuellen Winkel für die Berechnung zu verwenden. In der Liste der UMB-Kanäle in diesem Handbuch sind die entsprechenden Messwertkanäle für die Winkel aufgeführt.

6. Anschlüsse

Am Gehäuse des Gerätes befindet sich ein 8-poliger Steckschraubverbinder. Dieser dient zum Anschluss der Versorgungsspannung und der Datenschnittstelle.

Ein Anschlusskabel in der Länge 15 m wird separat angeboten.

6.1. Geräteanschluss

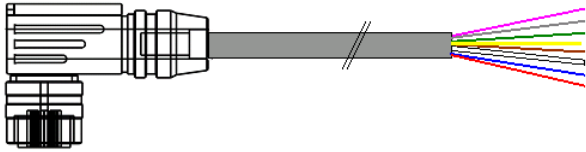


Abbildung 16: Anschlusskabel (schematisch), Bezeichnung des Anschlusssteckers:



Abbildung 17: Sicht auf Lötanschluss der Kabeldose mit Nut.

Der Amphenol Stecker aus der Serie C091D hat einen Feststellring (weiß). Durch Lösen des Ringes kann die Richtung des Kabelabgangs zur Nut in 45° Schritten variiert werden.

6.2. Anschlussbelegung

Schnittstellen-Kabel / Ader	SHM 31	Bezeichnung	Stecker Pin #
grün	A_RS485	RS485 A	5
gelb	B_RS485/SDI12	RS485 B / SDI-12 Data Line	2
rosa	RS232_TX	RS232 Sendeleitung	1
blau	RS232_RX	RS232 Empfangsleitung	6
grau	GND	Ground RS232/ RS485	4
rot	EXT_TRIG_IN	Heizungsfreigabe +	3
braun	V_IN_+	Versorgungsspannung +	8
weiß	V_IN_-	Versorgungsspannung – Ground SDI-12	7

Tabelle 3: 3:Anschlussbelegung SHM31

6.3. Anschlussempfehlung Kabelschirm

Die Schirmung des Anschlusskabels ist beim SHM31 im Schaltkasten auf Erde zu kontaktieren, da eine gesicherte elektrisch leitende Verbindung über die Verschraubungen und Mastschelle zu einem geerdeten Mast in der Regel nicht besteht.

6.4. Versorgungsspannung

Die Versorgung des Schneehöhenmessers erfolgt über eine Gleichspannung in Höhe von 12 VDC $\pm 15\%$ oder 24 VDC $\pm 15\%$.

6.5. Daten-Schnittstellen

Das Gerät verfügt über eine Halbduplex 2-Draht-RS485-Schnittstelle für Messwertabfragen und Firmwareupdates, über eine SDI-12 Schnittstelle, sowie über eine RS232 Schnittstelle.

6.6. Heizungsfreigabe

Der Sensor kann so konfiguriert werden, dass die Heizung nur nach dem Anlegen eines positiven Spannungssignals angeschaltet ist (typ. 5 – 12 VDC bei 12 VDC-Betriebsspannung bzw. 24 VDC bei 24 VDC Betriebsspannung). Dies erlaubt dem Anwender unabhängig von der internen Heizungskonfiguration, die Heizung zum Beispiel im Batteriebetrieb

7. Inbetriebnahme

7.1. Wichtige Hinweise für die Inbetriebnahme

Folgende Punkte sind zu beachten:

Verwendung der RS485 Konfiguration über UMB

- Machen Sie sich mit der Funktionsweise der Software UMB-ConfigTool.Net vertraut. Die Software kann in der aktuellen Version von der Lufft-Homepage heruntergeladen werden: <https://www.lufft.com/download/software-lufft-configtool-net/>. Die Software enthält eine Hilfe, die weitere Erläuterungen zur Verwendung liefert. Eine Kurzanleitung speziell zum SHM31 ist Bestandteil dieser Bedienungsanleitung.



Lasersicherheit

- Schauen Sie bei eingeschaltetem Sensor nicht in den Laser. Um sich zu vergewissern, ob der Laser periodisch sendet, verwenden Sie zum Beispiel ein Blatt Papier und halten es in den Laserstrahl. Beobachten Sie den Laserstrahl also indirekt!

Mechanischer und elektrischer Anschluss

- Stellen Sie sicher, dass der SHM31 gemäß der bestimmungsgemäßen Verwendung angeschlossen und installiert wurde.

7.2. Einschalten

Sobald der SHM 31 mit Strom versorgt wird, beginnt er mit seinem internen Messzyklus und ist über RS232, sowie über RS485 oder SDI-12 – je nach gewählter Einstellung – ansprechbar.

7.2.1. Einstellungen über RS232 oder RS485

Wenn Sie den SHM31 Sensor über RS232 ansprechen wollen, können Sie ein Terminalprogramm mit UMB-ASCII Protokoll verwenden. Für die Kommunikation über RS485 können Sie zwischen dem UMB-ASCII 2.0 und dem UMB-Binär Protokoll wählen. Wir empfehlen die Verwendung der ConfigTool.NET Software mit UMB-Binär Protokoll, um den Sensor komfortabel via RS485 einzurichten. Die Einstellmöglichkeiten und Parameterlisten für den Betrieb über UMB-ASCII 2.0 bzw. UMB-Binär-Protokolle werden in den folgenden Kapiteln aufgeführt.

7.3. UMB-ConfigTool.NET

Das ConfigTool.NET ist für verschiedene Betriebssystem-Plattformen erhältlich. Es kann grundsätzlich mit Sensoren über eine serielle, Bluetooth- oder Netzwerk-Schnittstelle kommunizieren. Das ConfigTool.NET erlaubt die folgenden Kommunikationsschritte:

1. Auslesen einzelner UMB Kanäle des Sensors, siehe auch Abschnitt 9
2. Automatische Abfrage, grafische Darstellung und Speicherung der Messdaten
3. Durchführung von Firmwareupdates
4. Steuerung des Sensors über Parameterlisten
5. Steuerbefehle, wie Referenzwertbestimmungen, Defrost-Modus,...

7.3.1. Basisinstallation mit ConfigTool.NET und serieller Schnittstelle

Die folgenden Schritte können durchgeführt werden, um mit der UMB ConfigTool.NET Software bei der Erstinstallation zu arbeiten:

1. Installieren und starten Sie die aktuelle UMB ConfigTool.NET Software
2. Vorbereitende Einstellungen:
 - a) Klicken Sie beim ConfigTool.NET Start-Bildschirm in der oberen rechten Ecke auf das Zahnradsymbol „Einstellungen“.



Abbildung 18: Zahnradsymbol, um zu den Einstellungen zu gelangen (Start-Bildschirm)

- b) Erstellen oder wählen Sie ggf. den Ordner, in dem ConfigTool.NET das Log-File für Ihre Messungen abspeichern soll.
- c) Benutzen Sie die Geräte-Template Downloadfunktion, um die Liste der verfügbaren UMB-Kanäle auf den neuesten Stand zu bringen. Klicken Sie hierfür auf das Downloadsymbol in der oberen rechten Ecke. OTT HydroMet erweitert die UMB-Kanalliste regelmäßig und aktualisiert sie bezüglich der neuesten Sensoren/Sensoroptionen. Für diesen Schritt wird eine Internetverbindung benötigt.
- d) Bestätigen Sie die Änderungen mit OK oder Klicken Sie auf „Abbrechen“, um zum Startbildschirm zurück zu gelangen.

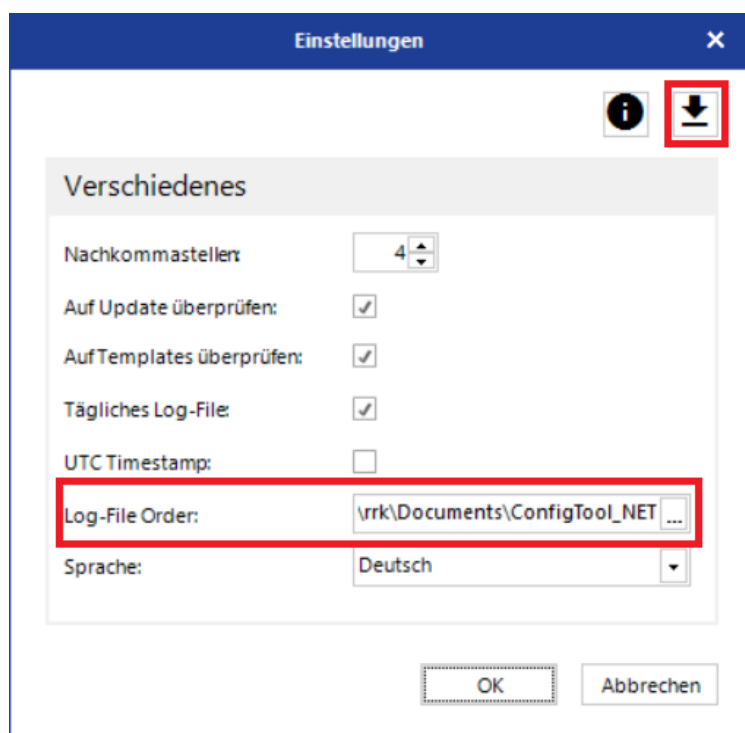


Abbildung 19: Die Grundeinstellungen für Log-Files und Kommunikation mit dem Sensor

3. Sie können im ConfigTool.NET verschiedene „Workspaces“ (Arbeitsumgebungen) einrichten, um Ihre Sensoreinstellungen und Messungen zu verwalten. Die Workspace-Optionen erreichen Sie über die Schaltfläche in der oberen linken Ecke des Start-Bildschirms.
 - a) Klicken Sie auf das Symbol für „Workspaces bearbeiten“. Hierdurch wird ein neuer Workspace angelegt, sofern bei der Auswahlliste kein bereits erstellter Workspace ausgewählt wurde.

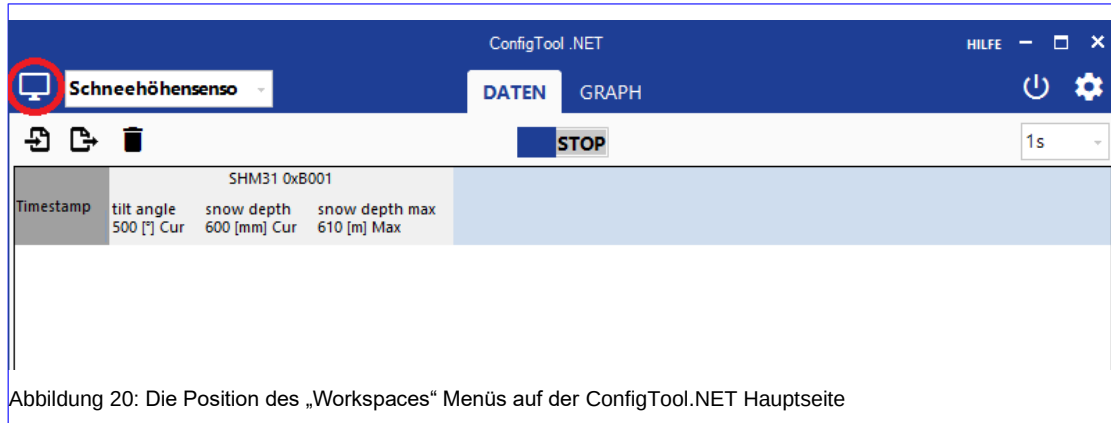


Abbildung 20: Die Position des „Workspaces“ Menüs auf der ConfigTool.NET Hauptseite

- b) Für jeden neuen Workspace sind entsprechende Verbindungseinstellungen vorzunehmen. Wählen Sie für dieses Beispiel den Verbindungstyp „Seriell“ und den zugehörigen COM-Port Ihres seriellen Adapters.
- c) Bestätigen Sie die Änderungen mit OK, um zu den „Workspace Details“ zu gelangen.

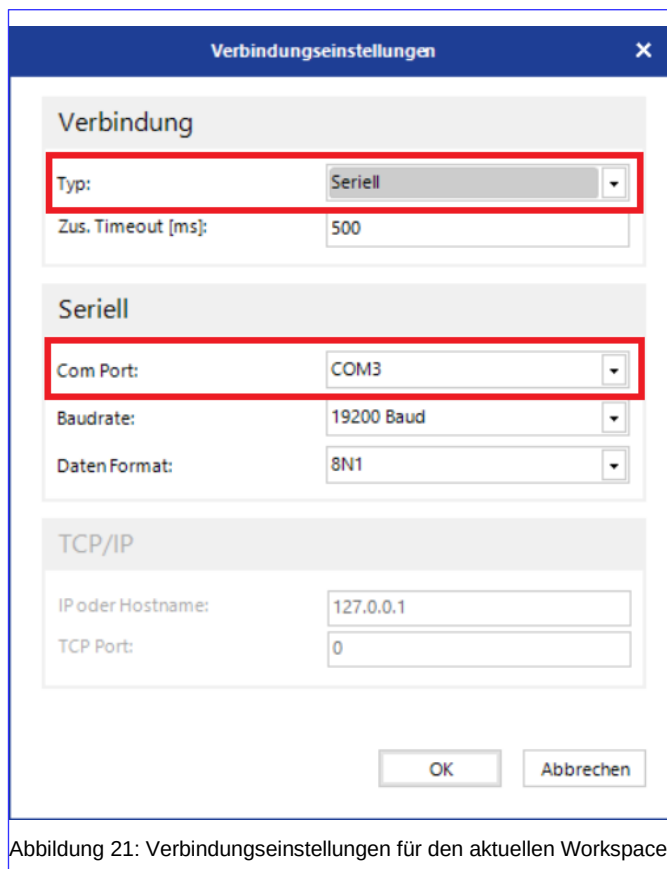


Abbildung 21: Verbindungseinstellungen für den aktuellen Workspace

- d) Geben Sie auf der Seite „Workspace Details“ zunächst einen beliebigen Namen für die Arbeitsumgebung ein. Um dem neuen Workspace einen Sensor zuzuordnen, klicken Sie auf „Gerät hinzufügen“: 

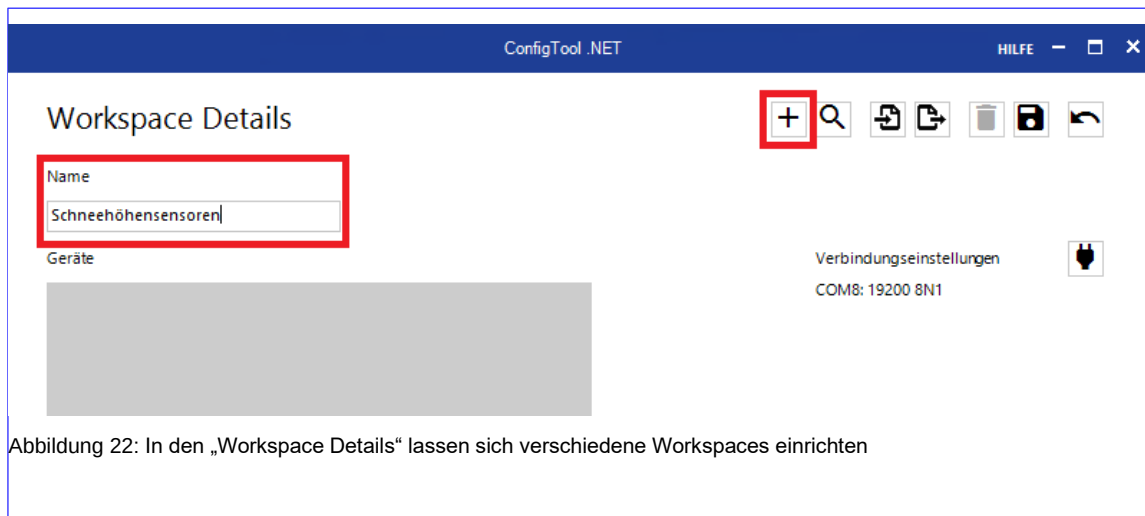


Abbildung 22: In den „Workspace Details“ lassen sich verschiedene Workspaces einrichten

- e) Im Fenster „Gerät hinzufügen“ können Sie für den SHM31 einen beliebigen Namen vergeben. Wählen Sie danach aus dem Dropdown-Menü „Geräte Klasse“ den Eintrag „SHMx-UMB“ aus.
- f) Bestätigen Sie die Änderungen mit OK, um weitere Einstellungen vorzunehmen.

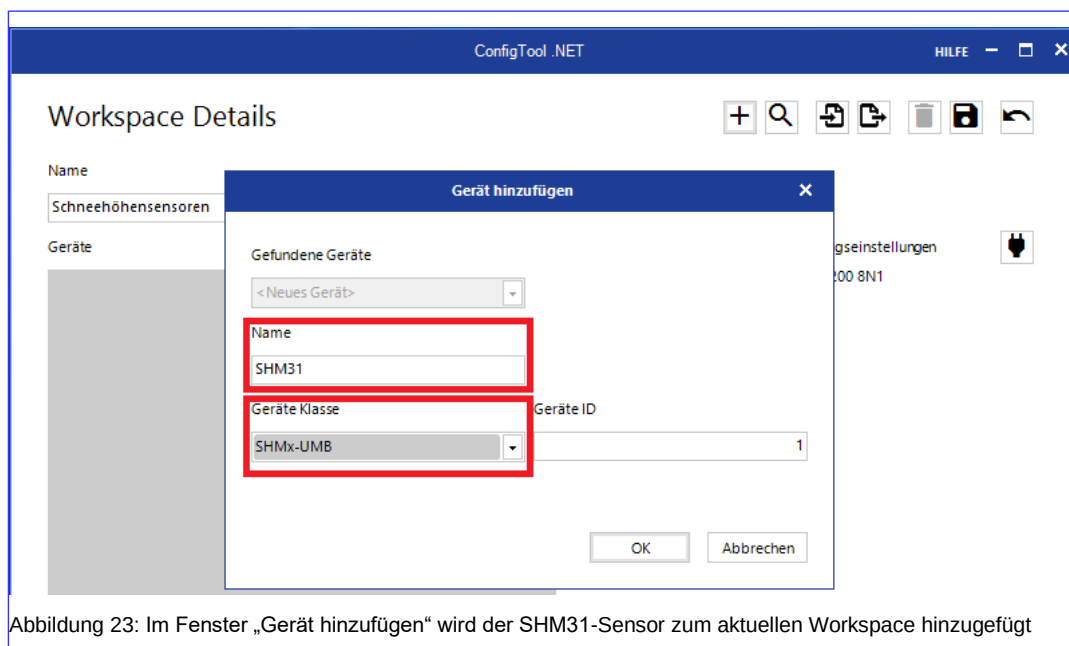


Abbildung 23: Im Fenster „Gerät hinzufügen“ wird der SHM31-Sensor zum aktuellen Workspace hinzugefügt

- g) Bei den Workspace Details wird der SHM31 jetzt unter „Geräte“ angezeigt. Durch Anklicken der Zeile des Sensors gelangen Sie zur Seite „Geräte Details“.



Abbildung 24: In den „Workspace Details“ können die zugefügten Sensoren für weitere Einstellungen ausgewählt werden

- h) Die folgenden Schritte sind notwendig, um das Gerät für den Einsatz nach dem Aufbau zu kalibrieren.

Klicken Sie auf das Zahnradsymbol, um zu der Seite „Geräte Einstellungen“ zu gelangen.



Abbildung 25: Von der „Geräte-Details“ Seite gelangt man zu den Einstellungen des Gerätes, wo u.a. die Kalibrierung vorgenommen werden kann

- i) Drücken Sie anschließend auf „Abgleich“:

Wählen Sie auf der Seite „Abgleich“ den Reiter „Device Calibration“ aus. Klicken Sie dort auf die Schaltfläche „Laser AUS“, drücken Sie danach „Referenzmessung starten“. Der Sensor wird nun automatisch seinen Winkel und seinen Abstand zum Boden bestimmen und die gemessenen Werte als Referenz für zukünftige Messungen benutzen. Dieser Vorgang dauert etwa zwei Minuten, anschließend setzen Sie den Mess-Modus zurück auf „NORMAL“. Ihr Gerät ist nun für die Messung kalibriert.

Benutzen Sie das „Zurück“ Symbol, um die Seite zu verlassen:



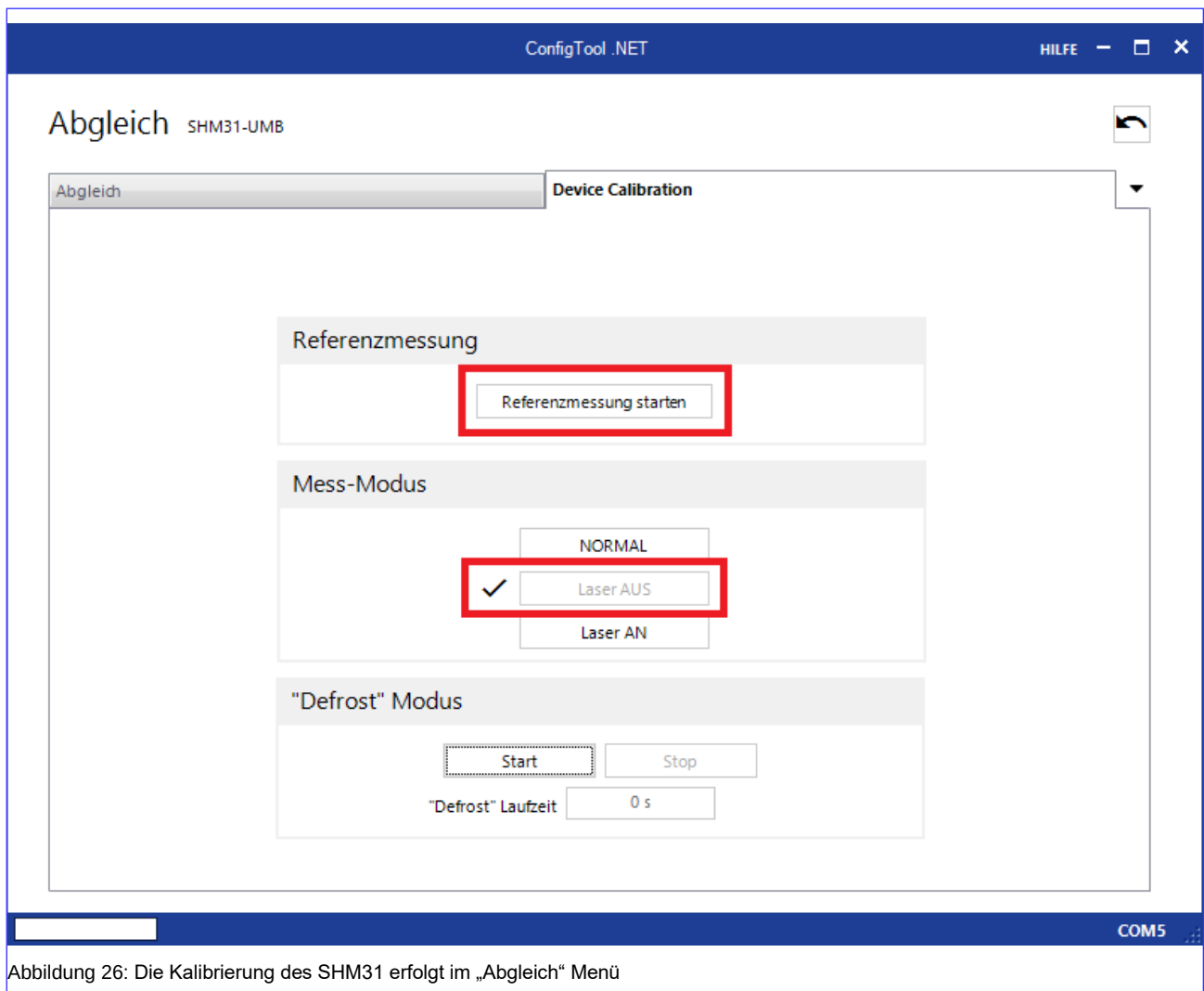


Abbildung 26: Die Kalibrierung des SHM31 erfolgt im „Abgleich“ Menü

- j) Sie können nun weitere Sensoreinstellungen vornehmen. Auf der Seite „Geräte Einstellungen“ befindet sich im Abschnitt „UMB-ASCII 2.0“ der Parameter „Übertragungsintervall [s]“. Dieser Wert bestimmt, wie häufig der Sensor neue Schneehöhendaten zur Verfügung stellen wird. Benutzen Sie den Parameter „Laser-Intervall [ms]“ unter „Laser-Parameter“, um das Messintervall des Sensors festzulegen. Alle innerhalb eines Übertragungsintervalls bestimmten Einzelmessungen werden über diese Zeitdauer gemittelt.

Achtung: Das Laser-Intervall sollte 5000 ms nicht unterschreiten, da unter bestimmten Bedingungen, wie z.B. einer dunklen Zielfläche, die Dauer einer Einzelmessung deutlich erhöht sein kann.

Einen detaillierteren Einblick in die Einstellmöglichkeiten unter dem Menü „Geräte Einstellungen“ erhalten Sie im nachfolgenden Kapitel. Achten Sie darauf, die vorgenommenen Änderungen auf den Sensor zu übertragen. Dies geschieht durch



Klicken auf:

Durch vorheriges Markieren der Auswahl „Neustart“ (oben links) wird der Sensor automatisch nach Übertragen der Änderungen neu gestartet und damit die Anpassungen aktiv.

Klicken Sie auf „Zurück“, um zum Menü „Geräte Details“ zurückzukehren.

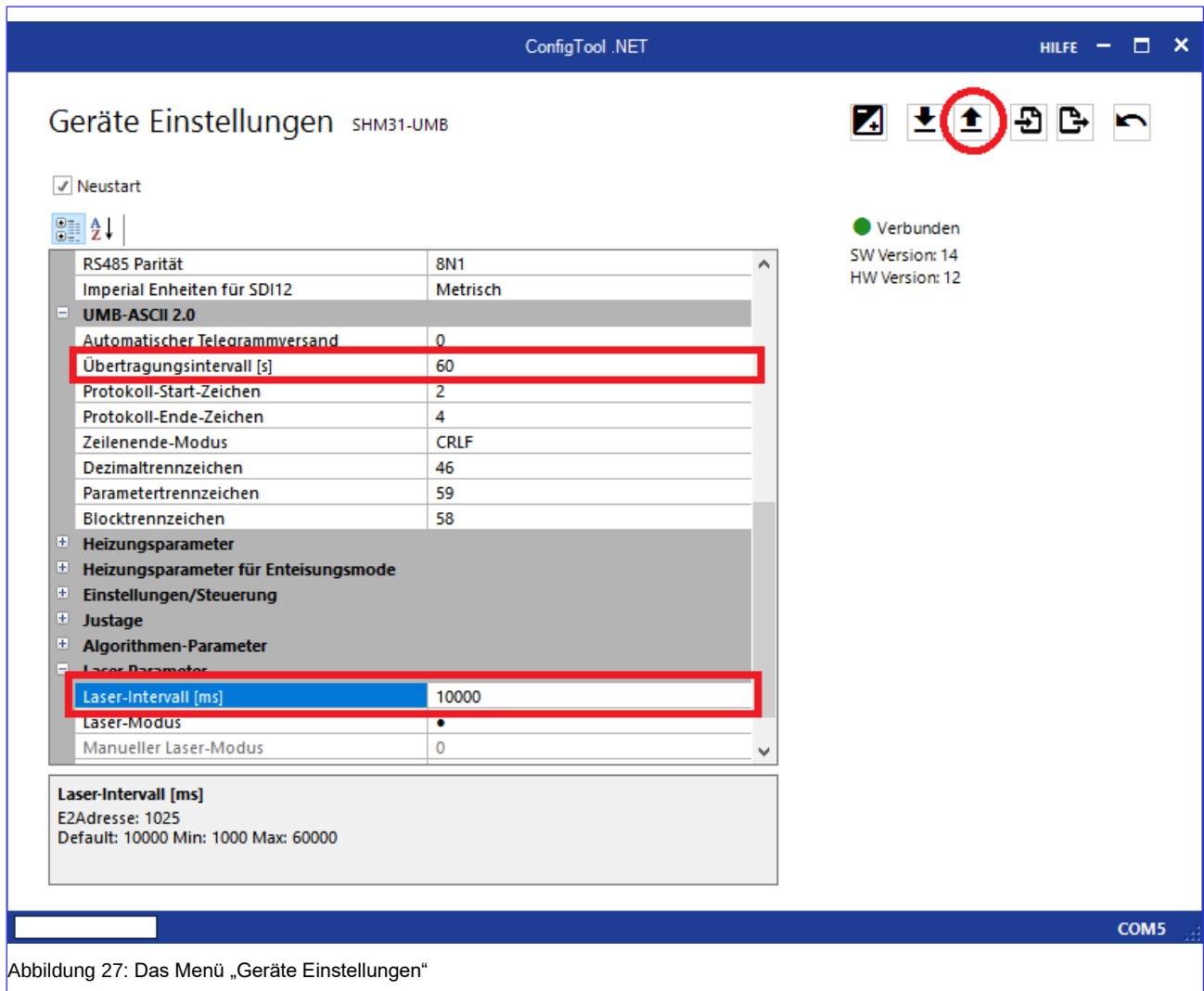
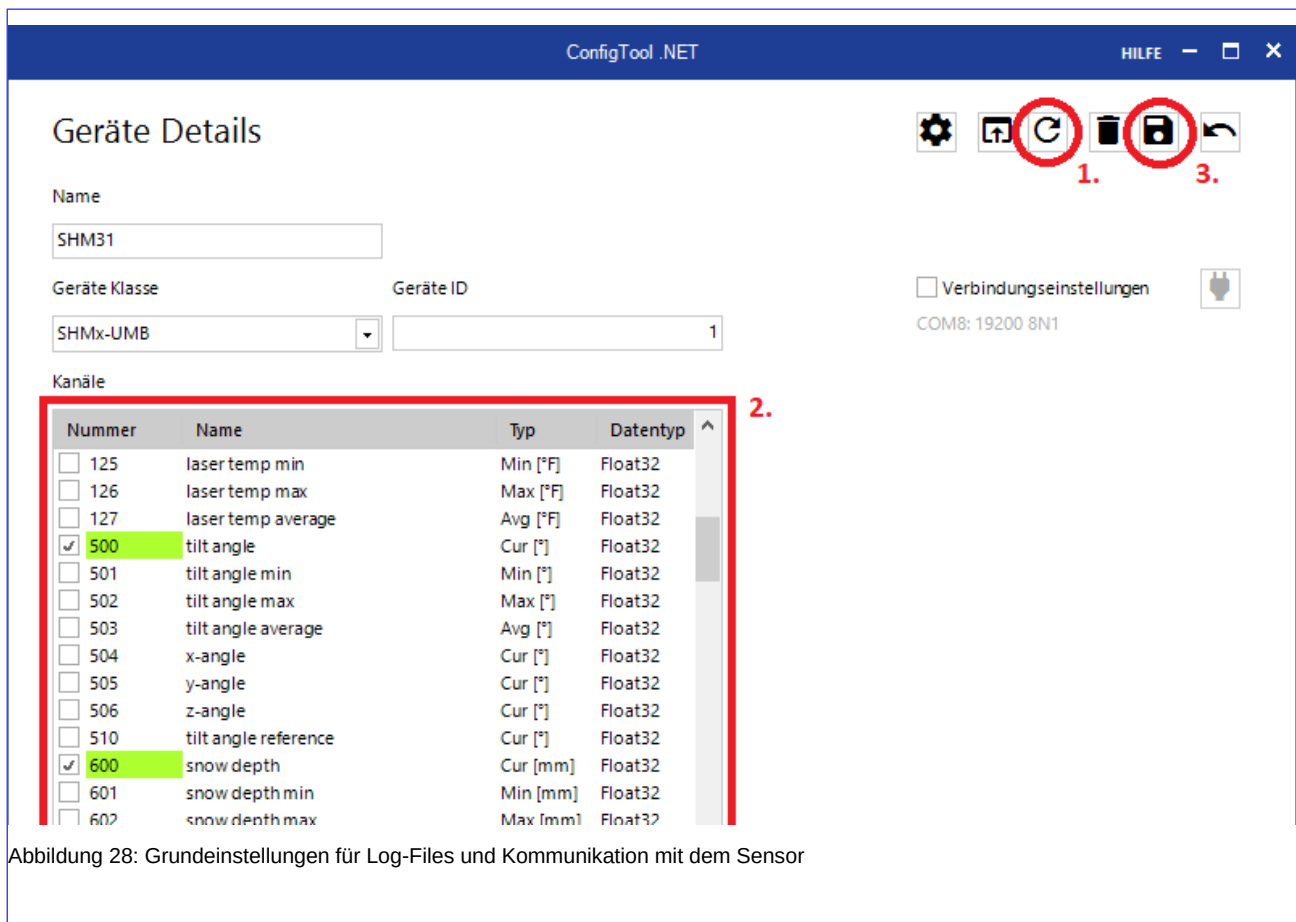


Abbildung 27: Das Menü „Geräte Einstellungen“

- k) Um die Funktion des Sensors zu überprüfen, können Sie unter allen von ConfigTool.NET lesbaren Kanälen wählen. Diese Kanäle werden Ihnen angezeigt, sobald sie auf „Kanalliste laden“ klicken: 

Für einen ersten Sensor-Check empfehlen wir Ihnen, die Kanäle 500, 600, 650, 660, 700 und 800 zu wählen. Sie können die Auswahl der Kanäle jederzeit wieder ändern. Klicken Sie auf „Gerät speichern“, um zum Workspace-Menü zurück zu kehren.

- l) Stellen Sie ggf. sicher, dass Sie Ihren Workspace speichern.



- ConfigTool.NET hat Ihnen im Start-Bildschirm nun Spalten für die Messwerte der Sensorkanäle eingerichtet. Alle zuvor im „Geräte Details“ Menü gewählten Kanäle sollten dort bereits sichtbar sein. Im Dropdown-Menü „Abfragerate“ auf der rechten Seite können Sie nun einstellen, wie häufig Messwerte vom Sensor abgefragt werden sollen. Diese Messwerte werden dann auch im hier eingestellten Intervall in das Log-File geschrieben. Das Intervall verändert aber nicht den zuvor in den Geräte-Einstellungen festgelegten Messablauf des Sensors.
Um eine Messung zu starten, bewegen Sie den Schalter in der Mitte des Start-Bildschirms in die „RUN“ Position. Die Messwerte des Sensors sollten nun in dem zuvor eingestellten Intervall erscheinen.

Achtung: Um Datenklone zu vermeiden, sollten Sie die Abfragerate nicht niedriger einstellen als das Übertragungsintervall. Der Sensor gibt den jeweils verfügbaren Messwert zurück.



7.3.2. Sensorparameter des SHM31

Um alle Vorzüge des SHM31 Schneehöhenmessers optimal nutzen zu können, empfehlen wir Ihnen, sich genauer mit den intern vom Sensor genutzten Parametern zu beschäftigen. Wie bereits im vorigen Kapitel erwähnt, befindet sich im Menü „Geräte Einstellungen“ eine große Anzahl an einstellbaren Parametern und damit auch ein umfangreiches Tool, um eine Messroutine für den Sensor vorab zu definieren. Die nachfolgende Tabelle soll einen Überblick über die *einstellbaren* Parameter dieses Menüs geben.

Parametername	Standardwert	Wertebereich	Beschreibung
Geräteparameter			
Geräte-ID	1	1 ... 255	Sensor-ID: einzustellen, wenn mehr als <i>ein</i> Sensor auf dem BUS (z.B. UMB oder SDI-12) verwendet werden soll.
Beschreibung	Snow depth sensor	Max. 39 Zeichen	...
Station-ID	0	0 ... 99999	Zusätzliche ID (optional)
Baudrate	19200	[1200, ... , 57600]	Baudrate der Verbindung.
Protokoll	UMB-Binär	UMB-Binär, UMB-ASCII 2.0, SDI-12, Modbus	Das vom Sensor genutzte Kommunikationsprotokoll
Timeout für Protokollwechsel [min.]	10	1 ... 60	Dauer nach der das Protokoll bei einer temporären Umstellung wieder aktiviert wird.
RS485 Parity	8n1	8n1, 8e1, 7e1 (sdi-12), 8n2	Paritätseinstellung für die serielle Verbindung
Imperial units for SDI-12	metrisch	metrisch, sdi-12 US-Einheiten	...
UMB-ASCII 2.0			
Automatische Übertragung	0	0 ... 99	0 = Abfragemodus, 1...99 = Datentelegramme (aktuell verfügbar: 1)
Übertragungsintervall [s]	60	0 ... 65535	Zeitintervall für die Verarbeitung und Bereitstellung der Messdaten (Berechnung der Schneehöhe,

			Bestimmen der Mittelwerte, Bereitstellung des Datentelegrams)
Protokoll-Start-Zeichen	2	0 ... 127	...
Protokoll-Ende-Zeichen	4	0 ... 127	...
Zeilenende-Modus	cr lf	cr, lf	Protokoll: Zeilenende-Zeichen
Dezimaltrennzeichen	46	0 ... 127	Protokoll: Dezimaltrennzeichen
Parametertrennzeichen	59	0 ... 127	Protokoll: Trennzeichen
Blocktrennzeichen	58	0 ... 127	Protokoll: Blocktrennzeichen
Heizungsparameter			
Betriebsmodus der Scheibenheizung	automatisch	aus, automatisch, enteisen	...
Betriebsmodus der Blockheizung	automatisch	aus, automatisch, enteisen	...
Solltemperatur der Scheibenheizung [°C]	20	-50 ... 50	Mittlere Solltemperatur an der Scheibe
Solltemperatur der Blockheizung [°C]	7.5	-50 ... 50	Mittlere Solltemperatur im Gehäuse
Hysterese für die Scheibenheizung [°C]	2.5	0 ... 5	Schaltpunkt unterhalb (Heizung an) und oberhalb (Heizung aus) der Solltemperatur
Hysterese für die Blockheizung [°C]	2.5	0 ... 5	Schaltpunkt unterhalb (Heizung an) und oberhalb (Heizung aus) der Solltemperatur
Umschaltspannung der Heizung [V]	17	12 ... 19	Überschreitet die intern gemessene Spannungsversorgung die Umschaltspannung, wechselt die Heizung von 12 V auf 24 V Betrieb
Heizungssteuerung über externen Eingang	deaktiviert	Aktiviert, deaktiviert	Wenn aktiviert, Verbindung der Heizungsfreigabe mit dem (+) Anschluss sicherstellen (siehe Kapitel 6.5)
Heizungsparameter für Enteisungsmodus			
Solltemperatur der Scheibenheizung für Enteisungsmodus [°C]	25	-50 ... 50	Scheibenheizung wird die eingestellte Solltemperatur bei der Enteisung halten
Solltemperatur der Blockheizung für Enteisungsmodus [°C]	35	-50 ... 50	Blockheizung wird die eingestellte Solltemperatur bei der Enteisung halten
Haltezeit für Scheiben-Enteisung [min.]	15	1 ... 255	Wähle die Dauer der Scheiben-Enteisung
Haltezeit für Block-Enteisung [min.]	15	1 ... 255	Wähle die Dauer der Block-Enteisung
Automatische Enteisung nach Startup	nein	Ja/nein	...

Parametername	Standardwert	Wertebereich	Beschreibung
Einstellungen/Steuerung			
Standby	-	-	Noch nicht implementiert
Auto-Start-Kommando	MST	MST, LON	Startup-Modus des Sensors MST = beginne Messung

			LON = Laser an
Skalierungsfaktor	1	0 ... 40000	Einheitenwechsel, z.B. Meter (sf = 1) oder Fuß (sf = 3.2808399). Nach Änderung des Skalierungsfaktors werden die Parameter AOF, MSD und die Distanz im Messtelegramm umgerechnet.
Anzahl der Messungen für die gemittelten Kanäle	10	1 ... 120	Stellt ein, wie viele Einzelmessungen zum Bestimmen der Werte in den gemittelten UMB-Kanälen (*_avg) sowie den Min/Max-Werten benutzt werden sollen.
Justage			
Anbauhöhe (Referenzhöhe) [mm]	0	-20000 ... 20000	Wird automatisch bei der Kalibrierung eingestellt, kann jedoch auch manuell festgelegt werden
Anbauwinkel (Referenzwinkel) [°]	0	-180 ... 180	Wird automatisch bei der Kalibrierung eingestellt, kann jedoch auch manuell festgelegt werden
Algorithmen-Pparameter			
G-Sensor-Winkel benutzen	0	0, 1	0 = benutze Referenzwinkel der Kalibration, 1 = bestimme den G-Sensor-Winkel als Referenzwinkel in jeder Einzelmessung
Signal-Schwellwert für Schnee	130	0 ... 255	Schwellwert, ab welchem das Schnee-Flag gesetzt wird (Schnee erkannt)
Maximale Schneehöhenänderung [mm]	20	-10000 ... 10000	Maximum der möglicher Änderung der Schneehöhe zwischen zwei Messungen. Z.B. 10000, um Fehlermeldungen bei der Installation zu vermeiden (z.B. bei plötzlicher Bodenverdeckung)
Zeit bis geänderte Schneehöhe akzeptiert [s]	600	0 ... 65535	Zeitdauer, ab welcher ein Schneehöhenmesswert akzeptiert wird, obwohl er die maximale Schneehöhenänderung überschreitet.
Laser Parameter			
Laser interval [ms]	10000	1000 ... 60000	Zeitintervall für Einzelmessungen des Lasers. Werte unter 5000 ms werden nicht empfohlen.
Laser mode	-	-	Noch nicht implementiert

Tabelle 4: Sensorparameter des SHM 31

8. Kommunikation via UMB-ASCII 2.0

In diesem Abschnitt wird die Kommunikation und Messwertausgabe des SHM31 über das UMB-ASCII 2.0 Datenprotokoll beschrieben. Die Kommunikation steht über die RS232, sowie über die RS485 Schnittstelle zur Verfügung.

8.1. Syntax

Die Teile in den eckigen Klammern sind optional:

Anfrage <Add>:<Nr>:<Payload><CR><LF>

Antwort <STX><Add>:<Nr>:<Payload>:< UMB Status>:<Checksum><CR><LF><EOT>

Payload <Cmd>[;<Param0>;...;ParamN][=<Value0>;...;<ValueN>]

Die einzelnen Blöcke des Protokolls sind durch einen Doppelpunkt getrennt. Dieses Blocktrennzeichen ist einstellbar. <Add> ist die UMB-Adresse des Sensors, 4 Hex-Zeichen, mit führender Null, im Bereich 0001-FFFF. Nachrichten mit falscher Adresse werden vom Sensor ignoriert. Das Feld <Nr> kann bei der Anfrage vom Sender auf zwei beliebige Hex-Zeichen gesetzt werden. Der Sensor übernimmt diese Zeichen und fügt sie in seine Antwort ein. <Nr> kann z. B. als zeitliche Referenz genutzt werden, wenn die Möglichkeit besteht, dass Anfrage und Antwort nicht direkt hintereinander ankommen.

<Payload> sind die eigentlichen Nutzdaten des Telegramms. In ihr steht der Befehl mit seinen Parametern und Werten. Das <Status>-Feld besteht aus zwei Hex-Zeichen, mit führenden Nullen. Bei unbekanntem oder fehlerhaftem Befehl enthält die Payload den Befehl und der Status den entsprechenden Fehlercode.

Anfragen und Antworten enden, einstellbar, mit den Zeichen <CR><LF>. Die Antwort eines Sensors ist noch zusätzlich von den Steuerzeichen <STX> und <EOT> eingerahmt.

Die Payload enthält den Befehl mit seinen Informationen. Befehle können einen oder mehrere Parameter haben, durch ein Semikolon getrennt. Dieses Parametertrennzeichen ist einstellbar. Enthält die Payload einer Anfrage ein Gleichheitszeichen, so ist es ein Schreibbefehl. Der Wert <Value> kann, je nach Befehl, einer der unterstützten Datentypen, inkl. String sein. Auch hier können mehrere Werte durch Semikolon getrennt übermittelt werden. Als Dezimaltrennzeichen wird, einstellbar, ein Punkt verwendet.



Die Länge einer Anfrage sollte 128 Zeichen, die Länge einer Antwort 512 Zeichen nicht überschreiten.

8.2. Prüfsumme

Antworten vom Sensor haben eine Prüfsumme <Checksum>, um die Integrität der Daten sicherzustellen. Die Prüfsumme ist das Zweierkomplement der 8-Bit-Summe aller Zeichen, inkl. Steuerzeichen, ohne die Prüfsumme selbst. Sie wird durch zwei Hex-Zeichen mit führender Null dargestellt.

8.3. Beispiele

Für die folgenden Beispiele wird angenommen: <Add> = B001, <Nr> =4E (default: 00)

Reset: B001:4E:RST<CR><LF>

<STX>B001:4E:RST:00:<CheckSum><CR><LF><EOT>

Auto Transmit Intervall (Berechnungsintervall):

B001:4E:ATI=60<CR><LF>

<STX>B001:4E:ATI=60:<CheckSum><CR><LF><EOT>

Polling (Abfrage des Datentelegrams):

B001:4E:SS;1<CR><LF>

<STX>B001:4E:SS;1=085;003.0117;+02.1253;185;+15;17.8;00:00:94
 <CR><LF><EOT>

Read Channel (Auslesen eines UMB Messkanals):

B001:4E:CHN;100<CR><LF>

<STX>B001:4E:CHN;100=+23.45:00:<Checksum><CR><LF><EOT>

B001:4E:CHN;110<CR><LF>

<STX>7001:4E:CHN;110:28:<Checksum><CR><LF><EOT>

(Channel busy)

B001:4E:CHN;523<CR><LF>

<STX>B001:4E:CHN;523:24:<Checksum><CR><LF><EOT>

(Channel unknown)

8.4. Beschreibung des Datentelegramms #1 am Beispiel

<Add>:<Nr>:Payload:UMBStatus:Checksumme des Datentelegrams Nr. 1

B001:4E:SS;1=085;003.0117;+02.1253;185;+15;17.8;15:00:8E

Beispiel	Länge in Byte	Beschreibung
B001:4E:SS;1=	13	Wdh. des Abfragekommandos, Adresse,..
085	3	Telegramm-Nummer (wird nur beim automatischen Transfer hochgezählt. Im polling mode= 000)
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
003.0117	8	Erste 8 Stellen der Seriennummer, laufende Nummer. Produktionsdatum xxx.mmjj
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
+02.1253	8	Schneehöhe, variable Verwendung vom Skalierungsfaktor, Dezimalstelle nicht fest.
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
185	3	Signalstärke [0;255]
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
+15	3	Fenstertemperatur
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
17.8	4	Winkel
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
15:	3	Fehlercode (E15)
00:	3	UMB Status Code
8E	2	Checksumme
	56	Summe

Tabelle 5: ASCII Telegrammbeispiel

8.5. Zusätzliche Datentelegramme

Ab Firmware 2.0 sind weitere Datentelegramme vordefiniert: SS;2 bis SS;6.

Beispiel SS;3:

B001:00:SS;3=000;0;+0000.98;1719.9;224;21.4;+27;096.0422;020;00:00:B2

Beispiel	Länge in Byte	Beschreibung
B001:00:SS;3=	13	Wdh. des Abfragekommandos, Adresse,..
000	3	Telegramm-Nummer (wird nur beim automatischen Transfer hochgezählt. Im polling mode= 000)
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
0	1	Snow Flag
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
+0000.98	8	Schneehöhe, fest eingestellt auf cm mit definiertem Ausgabeformat <VZ>4.2 cm
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
1719.9	6	Aktuelle Distanz Laser -> Oberfläche
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
224	3	Signalstärke [0;255]
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
21.4	4	Neigungswinkel
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
+27	3	Fenstertemperatur °C
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
096.0422	8	Seriennummer: laufende Nr. im Produktions-Monat, Monat und Jahr
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
020	3	Firmware-Version
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
00:	3	SHM Fehlercode
00:	3	UMB Status Code
B2	2	Checksumme
	68	Summe

Tabelle 6: Weitere ASCII – Datentelegramme, Beispiel Telegramm 3

Die weiteren ASCII Telegramme werden mit vordefinierten Skalierungsfaktoren ausgeliefert.

Derzeit stehen folgende Telegramme zur Verfügung, die entsprechend Tabelle 6 aufgebaut sind:

- #2: Ausgabe der Schneehöhe in m (Format +02.1253)
- #3: Ausgabe der Schneehöhe in cm (Format +0212.53)
- #4: Ausgabe der Schneehöhe in mm (Format +02125.3)
- #5: Ausgabe der Schneehöhe in inch (Format +0083.67)

Als Informationstelegramm wurde Telegramm 6 implementiert:

#6: Protokoll gibt die Seriennummer, Stations-ID und Beschreibung aus.

Beispiel SS;6

B001:00:SS;6=000;096.0422;010;020;Beschreibung;9999:00:03

Beispiel	Länge in Byte	Beschreibung
B001:00:SS;6=	13	Wdh. des Abfragekommandos, Adresse,...
000	3	Telegramm-Nummer (wird nur beim automatischen Transfer hochgezählt. Im polling mode= 000)
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
096.0422	8	Seriennummer: laufende Nr. im Produktions-Monat, Monat und Jahr
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
010	3	Seriennummer: Geräteversion
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
020	3	Firmware-Version
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
Beschreibung	Textlänge	Einstellbare Beschreibung der Station
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
9999:	4	Einstellbare ID-Nummer der Station
;	1	Trennzeichen, vom Anwender konfigurierbar
00:	3	UMB Status Code
03	2	Checksumme

Tabelle 7: Weitere ASCII – Datentelegramme, Beispiel Telegramm 6

8.6. Winkeleinstellung

Zur automatischen Kalibrierung werden nacheinander die Befehle:

MEN, **ARV** und **MST** benötigt. Zur manuellen Winkeleinstellung werden die Befehle **AOF** und **AAN** benötigt.

8.7. ASCII Befehlsübersicht

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standard- wert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
IFO		R	Info	Abfrage der Sensorinformationen
SID		RW	Stations-ID	Stations-ID
NAM		R	SHM31-UMB (festgelegt)	Name
SRN		R	Serial number	Lufft Seriennummer

DSC		RW	Description	Beschreibung
-----	--	----	-------------	--------------

Tabelle 8: Sensorinformationen

Abfrage der Sensorinformationen (IFO). Ab Parameter 20 muss als zweiter Parameter eine gültige Kanalnummer mit angegeben werden.

Beispiele

B001:4E:IFO;12 liefert die Versionsnummer, oder

B001:4E:IFO;20;100 liefert den Namen des UMB-Kanals 100

IFO – Abfrage Parameter	Zusätzlicher Parameter UMB Kanal	Bezeichnung	Beispiel Zusätzli. Parameter Ausgabe
10	-	Name	
11	-	Beschreibung	
12	-	Hardware- und Firmware Version	
13	-	Allgemeine Gerätedaten	
15	-	Anzahl der Kanäle; Blöcke	
16	Beispiel Block 0	Ausgabe der gültigen Kanalnummern bezgl. Blöcke	100; 101; 102; ...
20	Beispiel Kanal 100	UMB - Kanalname	Block Temperatur
21	Beispiel 100	UMB Kanal Messbereich	-40.00, +100.00
22	Beispiel 600	UMB Kanal Einheit	mm
23	Beispiel 100	UMB Kanal Datentyp	16
24	Beispiel 100	UMB Kanaltyp	10
30	Beispiel 100	UMB Kanalinfo (Name, Einheit, Kanaltyp, Datentyp, Messbereich)	

Tabelle 9: Ifo – Befehl, Liste der vorgesehenen Parameter

Befehl (neu) UMB-ASCII 2.0	Standardwert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
MEN		B	MeasurementEND	Abbruch des Messvorgangs, und der Berechnung
MST		B	MeasurementStart	Startet die automatische Schneehöhenmessung
SS<;> <SS-Nr>		B	Standard-Set, Telegram Format	Abfrage des aktuellen Messwert-Telegrams in Format entsprechend <SS-Nr> (SS-Nr = 1 – 6 möglich)
ATI	60	RW	Auto Transmit Interval	Wiederholrate von Messungen (Schneehöhe wird berechnet, Telegramm bereitgestellt bzw. gesendet)
ATM	0	RW	Auto Transmit Mode	0=polling, 1,2 ,.. 6=Telegramm-Format-Nummer
PST	<STX>	RW	Protocol: Start character	Protokoll Startzeichen
PEN	<EOT>	RW	Protocol: End character	Protokoll Endzeichen

Befehl (neu) UMB-ASCII 2.0	Standard- wert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
PCR	<CR><LF>	RW	Protocol: line feed character	Protokoll Zeilenvorschub Zeichen
PDS	.	RW	Protocol: decimal mark character	Protokoll Dezimaltrennzeichen
PBS	:	RW	Protocol: delimiter character	Protokoll Blocktrennzeichen
PPS	;	RW	Protocol: parameter delimiter character	Protokoll Parametertrennzeichen (auch Werte im Telegramm)
CHN<;><ChnNum>		R	Channel; Channelnumber	Abfrage eines UMB-Kanals

Tabelle 10: ASCII Parameter zur Messung und Datenabfrage

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standard- wert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
ID	1	RW	ID	UMB Device-ID (1-255)
BAU	6	RW	Baud rate	Abfragen / Setzen der Baudrate für die RS485 / SDI-12-Schnittstelle 2: 57600 4: 28800 6: 19200 8: 14400 12: 9600 24: 4800 48: 2400 96: 1200 (Baudrate = 115200/n) Nach Änderung ist ein Reset des Gerätes notwendig.
SCF	1	RW	ScalingFactor	Erlaubt die Umstellung der Einheit, z. B. von Meter (sf=1) in Fuß (sf=3,2808399). Nach Änderung von SCF werden die Parameter AOF, MSD und die Entfernungsangaben im Telegramm 1 mit dem neuen Skalierungsfaktor angezeigt. Der Skalierungsfaktor ist im Zahlenbereich [0;40000] definiert.
PRT		RW	Protocol	User-Interface RS485/SDI-12 (0=UMB, 9=ASCII2.0, 3=SDI-12, 5=Modbus-RTU, 6=Modbus-ASCII)
PRY		RW	Parity	Abfragen / Setzen der Parity 0: 8N1 (default) 1: 8E1 (Standardanforderung Modbus) 2: 7E1 (SDI-12) 3: 8N2 (Alternative für Modbus)
ASC	MST	RW	Auto Start Command	Kommando was bei Sensorstart ausgeführt wird: MST=Schneehöhenmessung starten. LON=Laser blinkt für Justierung
LON		B	Laser on	Laser zum Einjustieren blinkend anschalten
LOF		B	Laser off	Schaltet Laser nach (LON) aus. Messmodus muss über MST neugestartet werden.

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standardwert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
RST		B	Reset	Reset sofort
RST=<Value>		B	Reset in <Value> ms	Reset nach <Wert> ms
RSD		B	Reset default values	Reset der Werte auf Standardparameter
UMB		B		Temporär auf UMB schalten
CAC	10	RW	channel_average_counts	Anzahl der Messungen zu „ATI“, die in den gemittelten UMB-Kanälen (*_avg) und für die min- und max- Werte verwendet werden.

Tabelle 11: ASCII Parameter zu Einstellungen und Steuerungen

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standardwert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
ARV		B	AdjustmentReferenceValues	Misst die aktuelle Distanz und den Referenzwinkel vom Neigungssensor und setzt daraus den offset „AOF“ und den Winkelkorrekturwert „AAN“.
ARH		B	AdjustmentReferenceHeight	Misst die aktuelle Distanz und bestimmt unter Verwendung des gespeicherten Referenzwinkels den offset („AOF“).
AOF	0	RW	AdjustmentOffset	„Offset“ (Abstand zum Boden (senkrecht)), siehe „ARV“
AAN	0.0	RW	AdjustmentAngle	Installationswinkel (0.0° entspricht der senkrechten Blickrichtung zum Boden)
ASH<;><Nr>		R	Adj.SignalHighRelfectivity <Nr>	Signalkalibrierwerte für Ziele mit 85% Reflektivität in 5 Distanzen, <Nr> = [1,5] Entspricht den Distanzen (1=a, 2=b, ..., 5=e)
ASL<;><Nr>		R	Adj.SignalLowReflectivity <Nr>	Signalkalibrierwerte für Ziele mit 6% Reflektivität in 5 Distanzen, <Nr> = [1,5]

Tabelle 12: ASCII Parameter zur Justierung

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standardwert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
HEP	0	RW	HeaterEnablePin	Verwendung des Hardwareschalters (EXT_TRIG_IN): 0=nein, 1=ja

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standard- wert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
HBM	1	RW	HeaterBlockMode	Blockheizungs-Modus: 0= aus; 1= automatisch: auf Soll-Temperatur heizen und halten; siehe „HBT“, „HBH“; 2=Defrost-Heizzyklus einmalig anschalten; 3=laufenden Defrost-Heizzyklus beenden und in vorherigen Modus (0 oder 1) wechseln
HBT	7,5	RW	HeaterBlockTemperature	Soll-Temperatur in °C, um die die Innentemperatur im automatischen Mode („HBM“ =1) schwanken soll
HBH	2,5	RW	HeaterBlockHysteresis	Hysteresis für Aus- und Einschaltpunkt um Sollwert
HWM	1	RW	HeaterWindowMode	Fensterheizungs-Modus: 0= aus; 1= automatisch (auf Soll-Temperatur heizen und halten siehe HBT, HBH); 2=Defrost-Heizzyklus einmalig anschalten; 3=laufenden Defrost-Heizzyklus beenden und in vorherigen Modus (0 oder 1) wechseln
HWT	20	RW	HeaterWindowTemperature	Soll-Temperatur in °C, um die die externe Temperatur im automatischen Mode („HWM“ =1) schwanken soll
HWH	2,5	RW	HeaterWindowHysteresis	Hysteresis für Aus- und Einschaltpunkt um Sollwert
HDS		B	HeaterDefrostStart	Defrost-Modus temporär starten (mit Werten HDP, HDR, HDB, HDW für beide Heizungsarten (Block- und Fensterheizung))
HDE		B	HeaterDefrostEnd	Laufenden Defrost-Modus beenden HBM und HWM werden wieder in den vorherigen Modus zurückgeschaltet
HDM	1	RW	HeaterDefrostMode	Defrost-Modus: 0 = immer aus, 1= beim Sensorstart anschalten (mit Werten HDP, HDR, HDB, HDW für beide Heizungsarten (Block- und Fensterheizung))
HDP	15	RW	HeaterDefrostPeriod Block	Defrost: Dauer des Defrost-Heizzyklus in min für die Blockheizung
HDR	15	RW	HeaterDefrostPeriod Window	Defrost: Dauer des Defrost-Heizzyklus in min für die Fensterheizung
HDB	35	RW	HeaterDefrostBlock	Defrost: Soll-Temperatur in °C für die Blockheizung

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standard- wert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
HDW	25	RW	HeaterDefrostWindow	Defrost: Soll-Temperatur in °C für die Fensterheizung

Tabelle 13: ASCII Parameter zur Heizungsregelung

Befehl UMB-ASCII 2.0	Standard- wert	Read, Write, Befehl	Bezeichnung	Beschreibung
LMI	10000	RW	Laser Measurement Interval	Laserintervall (ms-Intervall in dem der Laser eine Messung durchführt)
SIT	130	RW	Signal Intensity Threshold	Setzt den Signalstärkeschwellwert, der zum Setzen des „Snow Flag“ im Datentelegramm verwendet wird.
UAA	0	RW	Use Accelerometer Angle	Schalter für Winkel für Schneehöhenberechnung, 0=Referenzwinkel (AAN), 1=aktueller Winkel von G-Sensor
MSD	0,02	RW	Maximal SnowDepth Difference	Maximal erlaubter Abstand zwischen zwei Schneehöhenmessungen. Die Werkseinstellung beträgt 0.02 m. Während der Installation sollte ein Wert von 10 m eingestellt werden. Dies erlaubt eine einfache Installation und verhindert das Auftreten des Fehlers E65/ 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.
MSA	600	RW	Maximal SnowDepth Acceptance time	Gibt an, nach wie vielen Sekunden die Schneehöhe akzeptiert wird, obwohl die Schneehöhenänderung größer als der „MSD“ ist.

Tabelle 14: ASCII-Parameter zu den Algorithmen

9. UMB Kommunikation

9.1. Werkseinstellung

Im Auslieferungszustand hat der SHM31 folgende Einstellung:

Klassen ID: 11 (nicht veränderbar)

Geräte-ID: 1 (ergibt Adresse B001 (hex) = 45057)

Baudrate: 19200

RS485-Protokoll: UMB binär

9.2. Übersicht Messkanäle

Die Kanalbelegung gilt für die Datenabfrage im UMB-Protokoll

UMB-Kanal					
act	min	max	avg	Messgröße (float32)	Einheit
100	101	102	103	Blocktemperatur	°C
104	105	106	107	Blocktemperatur	°F
108	109	110	111	Umgebungstemperatur (Scheibe innen)	°C
112	113	114	115	Umgebungstemperatur (Scheibe innen)	°F
120	121	122	123	Laser Temperatur	°C
124	125	126	127	Laser Temperatur	°F
500	501	502	503	Neigungswinkel	°
504				x-Winkel	°
505				y-Winkel	°
506				z-Winkel	°
510				Neigungswinkel Referenz	°

Tabelle 15: Messkanäle SHM31: 100 – 599 (float 32 Zahlenformat)

UMB-Kanal					
act	min	max	avg	Messgröße (float32)	Einheit
600	601	602	603	Schneehöhe	mm
604	605	606	607	Schneehöhe	cm
608	609	610	611	Schneehöhe	m
612	613	614	615	Schneehöhe	inch
650				Distanz korrigiert	mm
651				Distanz korrigiert	inch
660				Distanz Rohwert	mm
661				Distanz Rohwert	inch
690				Sensor Höhe	mm

Tabelle 16: Messkanäle SHM31: 600 -690 (float32 Zahlenformat)

UMB-Kanal						
act	min	max	avg	Messgröße	Datentyp	Einheit
700				Schnee-Flag	uint8	logic
800	801	802	803	Signalstärke normiert	uint8	norm value
4000				Geräte-Status <i>wenn nicht 0 bitte Support kontaktieren</i>	uint16	digits
4002				Flash Status		
4003				RS485 Status <i>wenn nicht 0 bitte Support kontaktieren</i>	uint16	digits
4005				Attended time		
4006				Reset Status		
4007				System-Zeit	uint32	s
4010				Status Blockheizung 0: aus 1: in 12V-Betrieb 2: in 24V-Betrieb 3: in 12V-Enteisungsbetrieb 4: in 24V-Enteisungsbetrieb 5: Heizen via EXT_TRIG_IN deaktiviert 6: außer Betrieb wg. Fehler interne Spannungssteuerung 7: außer Betrieb wegen fehlerhafter Konfig. oder falscher Temperaturwerte	uint16	digits
4011				Interne NTC Temperatur <i>Rohdaten f. Innentemperatur</i>	float32	°C
4013				Blockhzg. Defrost-Zeit <i>restl. Zeit im Enteisungs-Modus</i>	uint16	s
4020				Status Fensterheizung 0: aus 1: in 12V-Betrieb 2: in 24V-Betrieb 3: in 12V-Enteisungsbetrieb 4: in 24V-Enteisungsbetrieb 5: Heizen via EXT_TRIG_IN deaktiviert 6: außer Betrieb wg. Fehler interne Spannungssteuerung 7: außer Betrieb wegen fehlerhafter Konfig. oder falscher Temperaturwerte	uint16	digits
4021				Externe NTC Temperatur <i>Rohdaten der Außentemperatur</i>	float32	°C
4023				Fensterhzg. Defrost-Zeit <i>restl. Zeit im Enteisungsmodus</i>	uint16	s
4050				FW Update Status		
4100				shm31 Fehler <i>Die Fehlercodes werden in Tabelle 27 erklärt</i>	uint8	shm30 code
4101				shm31 Fehler (aktuell) <i>Interne Fehlerverarbeitung</i>	uint8	shm30 code

Tabelle 17: Messkanäle 700 bis 4999

UMB-Kanal						
act	min	max	avg	Messgröße	Datentyp	Einheit
5000				laser gain	uint8	raw code
5001				Laser Signalintensität	int32	µV
5002				Laser Distanz	float32	mm
5003				Laser Temperatur	float32	°C
5004-5030				Laser Fehler Statistik	uint32	raw code
10000				Vin Monitor	float32	V

Tabelle 18: Messkanäle ab 5000 (für Service-Zwecke)

9.3. Kommunikation im Binär-Protokoll

Die Kommunikation mit dem Schneehöhenmesser erfolgt in diesem Fall über die RS485-Verbindung mit dem UMB-ConfigTool.NET oder z.B. mit dem SmartView Collector. Die allgemeine Beschreibung der Kommunikation im UMB-Binär-Protokoll über die RS485-Schnittstelle entnehmen Sie bitte dem UMB-Protokoll, sofern dies gewünscht wird. Die UMB-Protokollbeschreibung kann von der Lufft-Website www.lufft.com heruntergeladen werden.

9.3.1. Datenrahmen

Der Datenrahmen ist wie folgt aufgebaut:

1	2	3 - 4	5 - 6	7	8	9	10	11 ... (8 + len) optional	9 + len	10 + len 11 + len	12 + len
SOH	<ver>	<to>	<from>	<len>	STX	<cmd>	<verc>	<payload>	ETX	<cs>	EOT

SOH	Steuerzeichen für den Start eines Rahmens (01h) 1 Byte
<ver>	Header-Versionsnummer, z.B.: V 1.0 → <ver> = 10h = 16d; 1 byte
<to>	Empfänger-Adresse, 2 Bytes
<from>	Sender-Adresse; 2 Bytes
<len>	Anzahl der Datenbytes zwischen STX und ETX; 1 Byte
STX	Steuerzeichen für den Start der Nutz-Datenübertragung (02h); 1 Byte
<cmd>	Befehl; 1 Byte
<verc>	Versionsnummer des Befehls; 1 Byte
<payload>	Datenbytes; 0 – 210 Bytes
ETX	Steuerzeichen für das Ende der Nutz-Datenübertragung (03h); 1 Byte
<cs>	Checksumme, 16 Bit CRC; 2 Bytes
EOT	Steuerzeichen für das Ende des Rahmens (04h); 1 Byte

Steuerzeichen: SOH (01h), STX (02h), ETX (03h), EOT (04h)

9.3.2. Adressierung mit Klassen- und Geräte-ID

Die Adressierung erfolgt über eine 16-Bit Adresse. Diese gliedert sich in eine Klassen-ID und eine Geräte-ID.

Adresse (2 Bytes = 16 Bit)				
Bits 15 – 12 (obere 4 Bits)			Bits 11 – 8 (mittlere 4 Bits)	
Klassen-ID (0 - 15)			Reserve	
0	Broadcast		0	Broadcast
11	SHM31 Snow Depth Sensor		1 - 255	verfügbar
15	Master bzw. Steuergeräte			

Bei Klassen und Geräten ist jeweils die ID = 0 als Broadcast vorgesehen. So ist es möglich, ein Broadcast auf eine bestimmte Klasse oder an alle Geräte zu senden. Dies ist allerdings nur dann sinnvoll möglich, wenn sich am Bus nur ein Gerät dieser Klasse befindet oder es sich um ein Kommando, wie z.B. Reset, handelt.

9.3.3. Beispiel für die Bildung von Adressen.

Soll ein SHM31 Sensor mit der Geräte-ID 001 adressiert werden, geschieht das wie folgt:

Die Klassen-ID ist: 11d = Bh; die Geräte-ID ist: 001d = 001h

Setzt man die Klassen- und Geräte-ID zusammen, ergibt sich die Adresse B001h (45057d).

9.3.4. Beispiel einer binär-Protokoll-Abfrage

Soll z.B. ein SHM31 Sensor mit der Geräte-ID 001 nach der aktuellen Schneehöhe von einem PC aus abgefragt werden, geschieht das wie folgt:

Sensor:

Die Zieladresse für den SHM31 ist B001h.

PC:

Die Klassen-ID für den PC (Master-Gerät) ist 15 = Fh; die PC-ID ist z.B. 001d = 01h.

Setzt man die Klassen- und die PC-ID zusammen, ergibt sich eine Absender-Adresse F001h.

Die Länge <len> beträgt für den Befehl Onlinedatenabfrage 4d = 04h,

das Kommando für Onlinedatenabfrage ist 23h,

die Versionsnummer des Befehls ist 1.0 = 10h.

In der <payload> steht die Kanalnummer; wie aus der Kanalliste in Kapitel 38 ersichtlich ist, steht die aktuelle Schneehöhe in cm in Kanal 604 = 25Ch.

Die berechnete CRC beträgt 5930h.

SOH	<ver>		<to>		<from>		<len>	STX	<cmd>	<verc>	<channel>		ETX	<cs>		EOT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
01h	10h	01h	B0h	01h	F0h	04h	02h	23h	10h	5Ch	02h	03h	30h	59h	04h	

Tabelle 19: UMB-Binär Beispiel für ein Abfragekommando an den Sensor.

SOH	<ver>	<to>		<from>		<len>	STX
1	2	3	4	5	6	7	8
01h	10h	01h	F0h	01h	B0h	0Ah	02h
<value>					ETX	<cs>	EOT
15	16	17	18	19	20	21	22
B1h	FFh	0Dh	42h	03h	DEh	BCh	04h

Tabelle 20: UMB-Binär Beispiel für eine Sensorantwort.

Die empfangene Schneehöhe in cm von Kanal 604 ist 420DFFB1h = 35,4997 cm

Der Umwandlungsprozess erfolgt nach IEEE-754 (float) Umwandlungsregeln.

9.3.5. Status- und Fehlercodes im UMB-Binärprotokoll

Liefert die Messwertabfrage den <status> 00h, dann arbeitet der Sensor ordnungsgemäß. Eine komplette Liste der Status- und Fehlercodes finden Sie in der Beschreibung des UMB-Protokolls. Es folgt ein Auszug aus der Liste:

<status>	Beschreibung
00h (0d)	Kommando erfolgreich; kein Fehler; alles in Ordnung
10h (16d)	unbekanntes Kommando; wird von diesem Gerät nicht unterstützt
11h (17d)	ungültiger Parameter
24h (36d)	ungültiger Kanal
28h (40d)	Gerät nicht bereit; z.B. Initialisierung / Kalibrierung läuft
50h (80d)	Messgröße (+ Offset) liegt außerhalb des eingestellten Darstellungsbereichs
51h (81d)	
52h (82d)	Messwert (physikalisch) liegt außerhalb des Messbereichs (z.B. ADC-Overrange)
53h (83d)	
54h (84d)	Datenfehler in den Messdaten oder keine gültigen Daten vorhanden
55h (85d)	Gerät / Sensor kann aufgrund der Umgebungsbedingungen keine gültige Messung durchführen

9.3.6. CRC-Berechnung

Die Berechnung der CRC erfolgt nach folgenden Regeln:

Norm: CRC-CCITT

Polynom: $1021h = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ (LSB-first-Mode)

Startwert: FFFFh

Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung einer CRC-Berechnung im UMB-Protokoll.

10. Kommunikation im SDI-12 Modus

Die Kommunikation im SDI-12 Modus entspricht dem Standard:

„SDI-12 A Serial-Digital Interface Standard for Microprocessor-Based Sensors Version 1.3 January 12, 2009“. Ab Firmware-Version v16 wird auch SDI12 v1.4 unterstützt. Der SHM31-UMB kann im Busbetrieb mit anderen SDI-12 Sensoren an einem SDI Master (Logger) betrieben werden.

10.1. Anschlussbelegung

Im SDI-12 Modus wird verwendet:

- SDI-12 Signalleitung (gelb)
- SDI-12 Masse die Leitung V_IN- / SDI-12_GND (weiß)

Siehe auch Tabelle **Error! Reference source not found.** im Kapitel 3.

10.2. Einstellungen für SDI-12 Betrieb

Da die Schnittstelleneinstellungen nach SDI Standard von den Einstellungen der UMB-Sensorik abweichen, sind die entsprechenden Parameter mit Hilfe des ConfigTool.NET bzw. über das UMB-ASCII 2.0-Protokoll zu setzen.

Es müssen folgende Parametereinstellungen vorgenommen werden (ASCII 2.0-Befehle stehen in Klammern):

Baudrate:	1200	(BAU=96)
RS485-Parität:	7E1	(PRY=2)
Protokoll-Mode:	SDI-12	(PRT=3)
Reset:		(RST)

Nach dem Setzen der Parameter muss der Sensor neu gestartet werden (Reset oder Strom).

Die Messdaten können entweder in metrischen, oder in US-Einheiten übertragen werden. Auch diese Einstellung kann via UMB oder SDI-12 vorgenommen werden, ein ASCII2.0-Befehl steht dafür nicht zur Verfügung.

10.3. SDI-Modus verlassen

Wenn der SHM31-UMB im SDI-12-Modus betrieben wird, ist, aufgrund der unterschiedlichen Schnittstellen-Einstellungen, ein Zugang mit dem ConfigTool.NET im laufenden Betrieb nicht mehr möglich.

Eine Möglichkeit besteht darin, über die RS232-Schnittstelle mit ASCII Befehle den SDI-12 Modus zu beenden und die Schnittstelle wieder auf UMB-Protokoll zu konfigurieren.

Um über die RS485-Schnittstelle auch direkt wieder zugreifen zu können, wird die Schnittstelle in den ersten 5 Sekunden nach dem Einschalten bzw. nach einem Reset im Standard-UMB-Modus (19200 8N1) betrieben. Die UMB-Geräte-ID wird für diesen Zeitraum auf 200 umgeschaltet. Dadurch werden auch Geräte mit unbekannter ID erreichbar. Wenn innerhalb dieser 5 s eine gültige UMB-Abfrage empfangen wird, bleibt das Gerät für die konfigurierte Umschaltzeit (einige Minuten) im UMB-Modus, so dass die Konfiguration bearbeitet werden kann:

- PC über RS485 Konverter an den SHM31 Sensor anschließen
- ConfigTool.NET starten und SHM31-UMB mit ID 200 anlegen und mindestens einen Sensor aktivieren, Messung mit 1sec Abtastrate starten
- Reset des Gerätes auslösen (Betriebsspannung aus/ein)
- Wenn sich der SHM31-UMB meldet, kann die Messung beendet werden, die Schnittstelle ist jetzt für Konfiguration offen



Anmerkung: Die 5 Sekunden UMB Kommunikation stehen ab Sensorstart zur Verfügung. Unter Berücksichtigung dieses Betriebssystem-Starts, ist das Gerät nach ca. 7- 7,5 sek für

SDI12-Abfragen bereit. Diese Zeitangabe bezieht sich nur auf den Kaltstart, ansonsten antwortet das Gerät innerhalb der vom Standard geforderten Antwortzeiten.

10.4. Befehlsübersicht



Einzelheiten über das SDI-12 Protokoll können dem o.a. Standard-Dokument entnommen werden. Von den dort aufgeführten Befehlen sind für den SHM31-UMB verfügbar:

In den Beispielen der folgenden Abschnitte ist die Abfrage des Loggers jeweils kursiv dargestellt (*0V!*)

Befehl	Funktion
<i>?!</i>	Adress-Suche (Wildcard-Abfrage, nur ein Gerät am Bus!)
<i>a!</i>	Abfrage Gerät aktiv?
<i>aI!</i>	Abfrage Geräte-Identifikation
<i>aAb!</i>	Adresse einstellen auf b (0 ... 9, A ... Z, a ... z)
<i>aM!</i>	Messung durchführen, Basisdatensatz minimal
<i>aM1!</i>	Messung durchführen: Winkel
<i>aM2!</i>	Messung durchführen: Flags
<i>aMC!</i>	Messung durchführen, Basisdatensatz minimal, Messwerte mit CRC übertragen
<i>aMC1! ... aMC2!</i>	Messung durchführen (Messwert-Zuordnung wie aMn! Befehle), Messwerte mit CRC übertragen
<i>aC!</i>	Messung durchführen, voller Basisdatensatz, simultan
<i>aC1! ... aC2!</i>	Messung durchführen, simultan, Messwert-Zuordnung wie aMn!-Befehle, ggf. erweiterter Datensatz
<i>aCC!</i>	Messung durchführen, voller Basisdatensatz, simultan, Messwerte mit CRC übertragen
<i>aCC1! ... aCC2!</i>	Messung durchführen, simultan, Messwert-Zuordnung wie aMn!-Befehle, ggf. erweiterter Datensatz, Messwerte mit CRC übertragen
<i>aD0!</i>	Datenabruf Puffer 0
<i>aD1!</i>	Datenabruf Puffer 1
<i>aR0!</i>	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 0
<i>aR1!</i>	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 1
<i>aRC0!</i>	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 0 mit CRC
<i>aRC1!</i>	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 1 mit CRC
<i>aV!</i>	Befehl Verifikation: Ermittlung Sensorstatus. Abruf der Daten mit aD0!
<i>aXU<u/m>!</i>	Umschaltung zwischen metrischen und US-Einheiten!
<i>aXR!</i>	Geräte-Reset
Ab Firmware-Version v16 (SDI-12 v1.4)	
<i>aIM!</i> <i>aIMC!</i> <i>aIMn!</i> <i>aIMCn!</i> <i>aIC!</i> <i>aICC!</i> <i>aICcn!</i> <i>aIVn!</i>	Abfrage Anzahl der Messwerte
<i>aIM_00m!</i> <i>aIMC_00m!</i> <i>aIMn_00m!</i> <i>aIMCn_00m!</i> <i>aIC_00m!</i> <i>aICC_00m!</i> <i>aICcn_00m!</i> <i>aIRn_00m!</i>	Abfrage der Messwert-Parameter

Tabelle 21: Befehlssatz für Sensor mit SDI-12-Adresse 'a' (UMB-ID 37 (0x25))

Der Umfang des minimalen und des vollen Basisdatensatzes ist derzeit identisch. Das gleiche gilt für die erweiterten Messbefehle (aM1!, aC1! usw.).

Da die SHM31-Sensoren aufgrund der angewandten Messverfahren, anders als die in den SDI-12 Dokumenten beschriebenen Standard-Sensoren, immer kontinuierlich messen, ergeben sich für diese Betriebsart einige Besonderheiten:

Das Gerät muss nicht "aufgeweckt" werden, und kennt auch keinen Schlafmodus.

Mit M- oder C- Befehlen abgerufene Daten stehen immer sofort zur Verfügung, das Gerät antwortet immer mit a000n bzw. a000nn. Das heißt, das Gerät sendet keinen Service-Request und ignoriert Signale zum Abbruch der Messung. Der Master sollte die Daten sofort abrufen.

10.5. Adress-Einstellung

UMB-Geräte-ID und SDI-12 Adresse sind aneinander gekoppelt. Dabei sind die unterschiedliche Adressbereiche zu beachten sowie die Tatsache, dass es sich bei den UMB-Adressen um Zahlen und bei den SDI-12 Adressen um ASCII-Zeichen handelt. Die SDI-12 Adresse wird daher aus der eingestellten UMB-Geräte-ID wie folgt abgeleitet:

UMB-Geräte-ID 1 (default) entspricht der SDI-12 Adresse '0' (SDI-12 default).

Eine Änderung der SDI-12 Adresse durch SDI-12 Einstellbefehl ändert auch die UMB-Geräte-ID entsprechend.

UMB (dez)			SDI-12 (ASCII)		
1	bis	10	'0'	bis	'9'
11	bis	36	'A'	bis	'Z'
37	bis	62	'a'	bis	'z'

Tabelle 22: SDI-12, zulässige Adressbereiche

10.6. Messdaten-Telegramme

Im Interesse der einfacheren Auswertung wurde die Zuordnung der Messwerte zu den Messwert-Puffern '0' bis '9' einheitlich festgelegt. Daher wird auch auf die C-Abfragen mit einer maximalen Datenlänge von 35 Byte geantwortet, auch wenn hier 75 Byte zulässig wären. Derzeit werden die Puffer '0' bis '1' genutzt.

Derzeit werden die erweiterten Möglichkeiten der C-Befehle vom SHM31-UMB nicht ausgenutzt, die Antworten auf M- und C-Abfragen sind gleich.

Wenn der Messwert aus irgendwelchen Gründen, z.B. Sensorfehler, nicht verfügbar ist, wird +999999 oder -999999, bzw. bei 8bit-Werten 99 / -99 angezeigt. Der Logger kann die Fehlerursache dann über die Verifikationsabfrage aV! (siehe unten) genauer bestimmen. In den folgenden Tabellen werden die Messgrößen in der Reihenfolge aufgeführt, in der sie im Telegramm auftreten (s. Beispiel).

Abhängig von der Konfiguration des Gerätes werden die Messwerte in metrischen oder US-Einheiten ausgegeben.



Das konfigurierte Einheitensystem wird in den Datentelegrammen nicht angezeigt. Der Logger kann die Einstellung mittels des I-Befehls abrufen und die Auswertung der Datentelegramme entsprechend einstellen (siehe unten).

10.6.1. Beispiel: C und M-Abfrage des SHM31-UMB

0M! oder 0C!	
00008<CR><LF>	8 Messwerte stehen zum sofortigen Abruf bereit
0D0!	
0+2346+0.1000+45.7- 2.8<CR><LF>	Zeitstempel 2346sec, Schneehöhe 0,1m, Blocktemperatur 45.7°C, Umgebungstemperatur- 2.8°C
0D1!	
0+51.5+12+11.9+0<CR><LF>	Lasertemperatur 51,5°C, normalisiertes Signal 12, Neigungswinkel 11,9°, Fehlerstatus 0

10.6.2. Pufferbelegung Basisdaten SHM31-UMB

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Systemzeit	4007	0	9999999	Sec
Schneehöhe (akt)	608	-16,0000	16,0000	m
Blocktemperatur (akt)	100	-40,0	100,0	°C
Umgebungstemperatur (akt) (Scheibe innen)	108	-50,0	100,0	°C
Puffer '1'				
Laser Temperatur (akt)	120	-60,0	80,0	°C
Signal normiert (akt)	800	0	255	-
Neigungswinkel (akt)	500	-180,0	180,0	°
SHM31 Fehlercode	4100	0	255	code

Tabelle 23: SDI-12, Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert

Beispiel: Abfrage Puffer '0': 0+2346+0.1000+45.7-2.8<CR><LF>

Zeitstempel 2346sec, Schneehöhe 0,1m, Blocktemperatur 45.7°C, Umgebungstemperatur-2.8°C

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Systemzeit	4007	0	9999999	Sec
Schneehöhe (akt)	612	-629,9	629,9	inch
Blocktemperatur (akt)	104	-40,0	212,0	°F
Umgebungstemperatur (akt) (Scheibe innen)	112	-58,0	212,0	°F
Puffer '1'				
Laser Temperatur (akt)	124	-76,0	176,0	°F
Signal normiert (akt)	800	0	255	-
Neigungswinkel (akt)	500	-180,0	180,0	°
SHM31 Fehlercode	4100	0	255	code

Tabelle 24: SDI-12 Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert

10.7. Zusätzliche Messbefehle

Mit den zusätzlichen Messbefehlen

aM1! ... *aM2!*

aMC1! ... *aMC2!* (M-Befehl, Datenübertragung mit CRC)

aC1! ... *aC2!*

aCC1! ... *aCC2!* (C-Befehl, Datenübertragung mit CRC)

können zusätzliche Messwerte abgerufen werden.

Wie bei den Basisdaten können auch bei den zusätzlichen Messbefehlen mit einem M-Befehl höchstens 9 Messwerte abgerufen werden, mit den C-Befehlen stehen 20 Plätze zur Verfügung.

Die im Folgenden dokumentierte Pufferbelegung ist daher so strukturiert, dass mit dem jeweiligen M-Befehl die Puffer D0 und D1 belegt werden. Wenn für die Sensorart mehr Messwerte verfügbar sind, werden mit dem entsprechenden C-Befehl auch die Puffer D2 bis ggf. D4 belegt.

M1 / C1	Winkel	M: 6 Messwerte	C: 6 Messwerte
M2 / C2	Flags	M: 7 Messwerte	C: 7 Messwerte

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Systemzeit	4007	0	9999999	s
Neigungswinkel (akt)	500	-180,0	180,0	°
X Winkel (akt)	504	-180,0	180,0	°
Puffer '1'				
Y Winkel (akt)	505	-180,0	180,0	°
Z Winkel (akt)	506	-180,0	180,0	°
Neigungswinkel Referenz (akt)	510	-180,0	180,0	°

Tabelle 25: SDI-12, zusätzliche Messgrößen M1 / C1 Winkel in metrischen oder US-Einheiten konfiguriert

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Systemzeit	4007	0	9999999	s
Schneehöhe (akt)	600	-16000,0	16000,0	mm
Schnee-Flag (akt)	700	0	1	code
Nebel-Flag (akt)	710	0	1	code
Normierte Signalstärke	800	0	255	-
Puffer '1'				
Distanz (akt)	650	-500	21000,0	mm
SHM31 Fehlercode	4100	0	255	code

Tabelle 26: SDI-12, zusätzliche Messgrößen M2 / C2 Flags in metrischen Einheiten konfiguriert. Das Nebelflag wird derzeit nicht berechnet.

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Systemzeit	4007	0	9999999	s
Schneehöhe (akt)	612	-629,9	629,9	in
Schnee-Flag (akt)	700	0	1	code
Nebel-Flag (akt)	710	0	1	code
Normierte Signalstärke	800	0	255	-
Puffer '1'				
Distanz (akt)	650	-19,7	826,8	mm
SHM31 Fehlercode	4100	0	255	code

Tabelle 27: SDI-12, zusätzliche Messgrößen M2 / C2 Flags in US-Einheiten konfiguriert. Das Nebelflag wird derzeit nicht berechnet.

10.8. Telegramm Geräteidentifikation

Die Abfrage der Geräteidentifikation wird mit folgendem Telegramm beantwortet (Beispiel für SDI-12 Geräteadresse '0':

```
0I!
```

```
013Lufft.deSHM31xnnn
```

x: Metrische / US-Einheiten (m = metrisch, u = US), nnn: Softwareversion

also für einen SHM31-UMB, eingestellt auf US-Einheiten:

```
0I!
```

```
013Lufft.deSHM31u010
```

10.9. Telegramm Verifikation

Der Befehl Verifikation `aV!` wird genutzt, um Statusinformationen des Gerätes zu ermitteln. Die Abfrage wird mit

```
a0002<CR><LF>
```

beantwortet, d.h. es stehen 2 Messwerte in den Puffern zur Verfügung.

Die Messwerte, übertragen im Puffer 0, enthalten die Statusinformationen der Messkanäle des Gerätes.

Die Statusdaten der Kanäle sind zu „Pseudo-Messwerten“ zusammengefasst, wobei jede Ziffer einen Status darstellt. Die Kodierung der Zustände ist unten aufgeführt. In der Tabelle als „reserviert“ aufgeführte Positionen sind mit „0“ belegt.

Puffer '0'	
StatusGruppe 1: +nnnn	Blocktemperatur Status, Umgebungstemperatur Status, Lasertemperatur Status, Neigungswinkel Status
Status Gruppe 2: +nnnn	x/y/z Winkel Status, Schneehöhe Status, Distanz (Kalibrierung) Status, Flags Status

Kodierung des Sensorstatus:

Sensorzustand	Beschreibung	Code
OK	OK	0
UNGLTG_KANAL	Ungültiger Kanal	1
E2_CAL_ERROR E2_CRC_KAL_ERR FLASH_CRC_ERR FLASH_WRITE_ERR FLASH_FLOAT_ERR	Abgleich ungültig, Messung nicht möglich CRC-Fehler, Messung nicht möglich CRC-Fehler in den Flash-Daten Fehler beim Schreiben ins Flash Flash enthält ungültige Float-Werte	2
MEAS_ERROR	Fehler in der Messung	3
MEAS_UNABLE	Sensor kann auf Grund der Umgebungsbedingungen keine gültige Messung durchführen	4
INIT_ERROR	Fehler bei der Geräteinitialisierung	5
VALUE_OVERFLOW CHANNEL_OVERRANGE	Messgröße außerhalb Darstellungsbereich Messwert außerhalb Messbereich	6
VALUE_UNDERFLOW CHANNEL_UNDERRANGE	Messgröße außerhalb Darstellungsbereich Messwert außerhalb Messbereich	7
BUSY	Gerät nicht bereit; z.B. Initialisierung / Kalibrierung	8
Anderer Sensorzustand		9

Tabelle 28: SDI-12, Kodierung des Sensorstatus (für weitere Informationen siehe auch Dokumentation zum Luft UMB-Protokoll)

Beispiel (SHM31-UMB, SDI-12 Adresse '0', fehlerfrei):

```
0V!
00002<CR><LF>
0D0!
0+0000+0000<CR><LF>
```

Beispiel (SHM31-UMB, SDI-12 Adresse '0', Messung der Laser-Temperatur ausgefallen):

```
0V!
00002<CR><LF>
0D0!
0+0030+0000<CR><LF>
```

10.10. Befehl Abfrage Messwert-Parameter (SDI-12 v1.4)

Der Befehl ruft die Messwert-Identifikation jedes einzelnen Messwertes ab.

Befehl: $aI<Messbefehl>_0mm!$

Messbefehl: $M, MC, M1...M9, MC1...MC9, C, CC, C1...C9, CC1...CC9, R1...R9, V$

mm: Position des Messwerts

Antwort: $a, <Messwert-Code>, <Einheit>, <Messwert-Art><CR><LF>$

Messwert-Code	Messwert
TBK	Block-Temperatur
TAM	Umgebungstemperatur
TLA	Laser-Temperatur
ATL	Neigungswinkel
ATX	X-Winkel
ATY	Y-Winkel

ATZ	Z-Winkel
ARF	Referenz-Winkel
HSN	Schneehöhe
DSTC	Kalibrierte Distanz
OSF	Schnee-Flag
OFF	Nebel-Flag
OSN	Normierte Signalstärke
ER	SHM31-Error
DSTA	Geräte-Status
STA1	Sensor-Status 1
STA2	Sensor-Status 2
DRT	Systemzeit bei Abfrage

Beispiel:

```
0IM_002!
```

```
0,HSN,mm,cur<CR><LF>
```

10.11. Schaltbefehle

Schaltbefehle sind als herstellerdefinierte SDI12 „extended“ Telegramme implementiert und dienen zur Auslösung von Vorgängen.

Schaltbefehle sind aus dem im SDI12 Standard definierten Prefix X und einem 3-stelligen individuellen Code zusammengesetzt. Der Code entspricht in den meisten Fällen dem entsprechenden Code des ASCII2-Protokolls.

Wenn der Befehl erfolgreich entgegengenommen wurde, wird das Telegramm mit dem Befehlscode mit angehängtem „ok“ beantwortet.

Kann der Befehl wegen z.B. noch laufender anderer Vorgänge nicht ausgeführt werden, so wird das Telegramm mit dem Befehlscode mit angehängtem „busy“ beantwortet.

Ist der 3-stellige Befehlscode unbekannt, so wird mit

```
aX_noCmd<CR><LF>
```

geantwortet.

10.11.1. Befehl Wechsel des Einheitensystems

Der Befehl dient zum Wechsel des für die Darstellung der SDI-12 Daten benutzten Einheitensystems zwischen metrischen und US-Einheiten. Der Befehl ist als X Befehl implementiert.

Die Parameteränderung wird unmittelbar angewendet sowie im Konfigurationsspeicher des Sensors abgelegt.

Befehl: `aXUN<U/M>!`

Antwort: `aXUN<U/M><CR><LF>`

U: US-Einheiten

M: metrische Einheiten

Beispiel Wechsel zu metrischen Einheiten

```
0XUNM!
```

```
0XUNMok<CR><LF>
```

10.11.2. Befehl Geräte-Reset

Der Befehl initiiert einen Geräte-Reset.

Befehl: `aXRES!`

Antwort: `aXRESok<CR><LF>`

Anschließend erfolgt der Reset, d.h. das Gerät ist für einige Sekunden nicht erreichbar

Beispiel:

`0XRES!`

`0XRESok<CR><LF>`

10.11.3. Befehl Messung Ende

Der Befehl beendet die automatische Schneehöhenmessung z.B. für Einstell- und Kalibrierarbeiten.

Befehl: `aXMEN!`

Antwort: `aXMENok<CR><LF>`

Wenn Vorgänge aktiv sind, die eine Ausführung des Befehls nicht zulassen, wird mit

`aXMENbusy<CR><LF>`

geantwortet und der Befehl ignoriert.

10.11.4. Befehl Messung Start

Der Befehl startet die automatische Schneehöhenmessung, wenn sie z.B. für Einstell- und Kalibrierarbeiten deaktiviert war.

Befehl: `aXMST!`

Antwort: `aXMSTok<CR><LF>`

Wenn Vorgänge aktiv sind, die eine Ausführung des Befehls nicht zulassen, wird mit

`aXMSTbusy<CR><LF>`

geantwortet und der Befehl ignoriert.

10.11.5. Befehl Laser Ein

Der Befehl schaltet den Laser permanent ein, z.B. zum Einstellen des Messpunkts.

Befehl: `aXLON!`

Antwort: `aXLONok<CR><LF>`

Wenn Vorgänge aktiv sind, die eine Ausführung des Befehls nicht zulassen, wird mit

`aXLONbusy<CR><LF>`

geantwortet und der Befehl ignoriert.

10.11.6. Befehl Laser Aus

Der Befehl schaltet den zuvor permanent eingeschalteten Laser wieder aus.

Befehl: `aXLOF!`

Antwort: `aXLOFok<CR><LF>`

Wenn Vorgänge aktiv sind, die eine Ausführung des Befehls nicht zulassen, wird mit

`aXLOFbusy<CR><LF>`

geantwortet und der Befehl ignoriert.

10.11.7. Befehl Offset und Winkel kalibrieren

Der Befehl startet einen Messvorgang zur Ermittlung von Distanz und Winkel. Die ermittelten Werte werden als Offset / Referenzhöhe und Winkelkorrekturwert gesetzt.

Befehl: `aXARV!`

Antwort: `aXARVok<CR><LF>`

Wenn Vorgänge aktiv sind, die eine Ausführung des Befehls nicht zulassen, wird mit

`aXARVbusy<CR><LF>`

geantwortet und der Befehl ignoriert.

10.11.8. Befehl Offset kalibrieren

Der Befehl startet einen Messvorgang zur Ermittlung der Distanz. Der ermittelte Werte wird unter Verwendung der gespeicherten Referenzwinkels als Offset / Referenzhöhe gesetzt.

Befehl: `aXARH!`

Antwort: `aXARHok<CR><LF>`

Wenn Vorgänge aktiv sind, die eine Ausführung des Befehls nicht zulassen, wird mit

`aXARHbusy<CR><LF>`

geantwortet und der Befehl ignoriert.

10.11.9. Befehl Defrost-Heizzyklus anschalten

Der Befehl startet den Enteisungsheizzyklus.

Befehl: `aXHDS!`

Antwort: `aXHDSok<CR><LF>`

10.11.10. Befehl Defrost-Heizzyklus ausschalten

Der Befehl schaltet ggf. einen laufenden Enteisungsheizzyklus ab.

Befehl: `aXHDE!`

Antwort: `aXHDEok<CR><LF>`

10.12. Parameter-Einstellbefehle

Parameter-Einstellbefehle sind als herstellerdefinierte SDI12 „extended“ Telegramme implementiert und dienen dem Auslesen und setzen von Parametern.

Parameter-Einstellbefehle sind aus dem im SDI12 Standard definierten Prefix X, einem weiteren Prefix „P“ für Parameter und einem 3-stelligen individuellen Code zusammengesetzt. Der Code entspricht in den meisten Fällen dem entsprechenden Code des ASCII2-Protokolls.

Wird der Befehl ohne angehängten Einstellwert abgesetzt, so wird der aktuell gültige Parameterwert zurückgegeben.

Der Einstellwert ist nach SDI12 Zahlenkonvention zu formatieren, d.h. mit immer vorangestelltem Vorzeichen und maximal 7 Ziffern, ggf. zuzüglich Dezimalpunkt. Unabhängig vom Zahlentyp des einzustellenden Parameters werden sowohl Fließkomma- als auch ganzzahlige Werte angenommen. Für ganzzahlige Parameter wird eine Fließkomma-Eingabe ggf. gerundet.

Der gegebene Einstellwert wird gegen die Grenzwerte des jeweiligen Parameters geprüft. Wird der zulässige Bereich überschritten, wird der Befehl mit angehängtem „invalid“, bzw. „invalid-“ (unzulässiger negativer Wert), zurückgewiesen.

Wenn der Befehl mit Einstellwert erfolgreich entgegengenommen wurde, wird das Telegramm mit dem Befehlscode mit angehängtem eingestellten Wert beantwortet.

Ist der 3-stellige Befehlscode unbekannt, so wird mit

`aX_noCmd<CR><LF>`

geantwortet.

10.12.1. Abruf der aktuellen Parametereinstellung

Befehl: `aXPccc!`

ccc: dreistelliger Parameter-Code, s. Tabelle

Antwort: `aXPccc<+/->nnn<CR><LF>` bei ganzzahligen Parametern, nnn: Parameter

`aXPccc <+/->fff.f<CR><LF>` bei Fließkomma-Parametern

Die Anzahl der Stellen nnn bzw. fff ist variabel entsprechend dem Parameterwert:
 aX_noCmd<CR><LF> bei unbekanntem Parameter-Code ccc

Beispiel: Abruf der aktuell eingestellten Laser-Messintervalls, SHM31-UMB mit SDI12-ID ,0‘

0XPLMI!

0XPLMI+5000<CR><LF>

10.12.2. Setzen der Parametereinstellung

Befehl: aXPccc<+/->nnn!

aXPccc<+/->fff.f!

ccc: dreistelliger Parameter-Code, s. Tabelle

nnn, fff.f: einzustellender Parameterwert, Stellenzahl nach Bedarf

Die Eingabe kann, unabhängig vom Zahlentyp des Parameters, sowohl ganzzahlig als auch als Fließkomma-Zahl erfolgen, der Wert wird ggf. gerundet.

Antwort: aXPccc<+/->nnn<CR><LF> bei ganzzahligen Parametern
 nnn: neuer Parameter

aXPccc<+/->ff.f<CR><LF> bei Fließkomma-Parametern
 ff.f: neuer Parameter

Die Anzahl der Stellen nnn bzw. ff ist variabel entsprechend dem Parameterwert.

aXP_invalid<CR><LF> wenn der neue Parameterwert die Grenzwerte verletzt

aXP_invalid-<CR><LF> vorzeichenloser Parameter mit negativer Zahl gesetzt

aX_noCmd<CR><LF> bei unbekanntem Parameter-Code ccc

Beispiel: Setzen des Laser-Messintervalls, SHM31-UMB mit SDI12-ID ,0‘

0XPLMI+2500! oder 0XPLMI+2500.0!

0XPLMI+2500<CR><LF>

Code	Funktion	Zahlentyp	Zulässige Werte *)	Einheit
ATI	Mess-Intervall	uint16	0 ... 60	s
HWM	Fenster-Heizungs-Modus	uint8	0 / 1	-
HBM	Block-Heizungs-Modus	uint8	0 / 1	-
HEP	Externe Heizungsschaltung zulassen	uint8	0 / 1	-
HDM	Entfrostsungs-Heizung nach dem Einschalten	uint8	0 / 1	-
AOF	Entfernungs-Offset	float	0.0 ... 16000	mm
AAN	Korrekturwinkel	float	0.0 ... 180.0	°
UAA	Gemessenen Korrekturwinkel verwenden	uint8	0 / 1	-
MSA	Zeitkonstante zur Unterdrückung kurzzeitiger Höhen-Änderungen	uint16	0 ... 600 ... 65535	s
MSD	Maximal akzeptierte Schneehöhen-Änderung pro Messintervall	float	-20000.0 ... 20.0 ... 20000	mm
LMM	Laser-Mess-Modus	uint8	0	-
LMI	Laser-Mess-Intervall	uint32	1000 ... 10000 ... 60000	ms

Tabelle 29: SDI-12, Setzen der Parametereinstellungen

11. Kommunikation im Modbus Modus

Um die Einbindung des SHM31-UMB in SPS-Umgebungen zu erleichtern, wird die Kommunikation nach dem Modbus Protokoll zur Verfügung gestellt.

Die Messwerte werden auf Modbus Input-Register abgebildet. Es steht im Wesentlichen der gleiche Umfang an Messwerten zur Verfügung wie in den UMB-Protokollen, inklusive der Umsetzung auf verschiedene Einheitensysteme.

Im Interesse der sicheren Inbetriebnahme wurde auf die im eigentlichen Modbus-Standard nicht beschriebene Verwendung von Registerpaaren für Fließkomma- oder 32bit Integer Darstellung verzichtet, alle Messwerte werden durch entsprechende Skalierung ganzzahlig auf die 16bit Register abgebildet.

Ein grundlegendes Verständnis der Modbus-Kommunikation wird im folgenden vorausgesetzt. Details können z.B. den Dokumenten `Modbus_Application_Protocol` und `Modbus_over_serial_line` entnommen werden. Diese Dokumente können von www.modbus.org/specs.php heruntergeladen werden.

11.1. Modbus Anschluss und Kommunikationsparameter

Der Anschluss des SHM31-UMB an einen Modbus-Logger oder ein Modbus-Netzwerk erfolgt über die RS485-Schnittstelle.

Der SHM31-UMB kann wahlweise für MODBUS-RTU oder MODBUS-ASCII konfiguriert werden.

Die Basis-Konfiguration erfolgt mit dem ConfigTool.NET.

Modbus Betriebsarten: MODBUS-RTU, MODBUS-ASCII

Baudrate: 19200 (9600, 4800 und kleiner)

Schnittstelleneinstellung 8E1, 8N1, 8N2

Hinweis: Die Modbus-Kommunikation wurde mit einer Pollrate von 1 sec getestet. Für höhere Pollraten wird die einwandfreie Modbus-Kommunikation des SHM31-UMB nicht garantiert.

11.2. Adressierung

Die Modbus-Adresse wird aus der UMB-Geräte-ID (s. Kap. 7.3) übernommen.

Ein Gerät mit der UMB-Geräte-ID 1 hat auch die Modbus-Adresse 1 usw.

Der gültige Modbus-Adressbereich ist mit 1 – 247 kleiner als der Bereich der UMB-Geräte-IDs. Wenn eine UMB-Geräte-ID > 247 eingestellt wurde, wird die Modbus-Adresse auf 247 gesetzt.

11.3. Modbus-Funktionen

Die Funktionen der Conformance Class 0 und 1 sind implementiert, soweit sie für den SHM31-UMB anwendbar sind, d.h. alle Funktionen, die auf Registerebene arbeiten.

Modbus Function		Verwendung
	Conformance Class 0	
0x03	Read Holding Registers	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
0x16	Write Multiple Registers	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
	Conformance Class 1	
0x04	Read Input Registers	Messwerte und Statusinformationen
0x06	Write Single Register	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
0x07	Read Exception Status	z. Zt. nicht belegt
	Diagnostics	
0x11	Report Slave ID	(antwortet auch auf Broadcast Adresse)

11.3.1. Funktion 0x03 Read Holding Registers, 0x06 Write Single Register, 0x16 Write Multiple Registers

Die Holding Register werden genutzt, um einen ausgewählten Satz von einstellbaren Parametern sowie Aktionen auch per Modbus zugänglich zu machen.

Die Parameter werden, wie die Messwerte auch, ggf. mit einem Skalierungsfaktor auf 16bit Integer-Werte abgebildet.

Register, die mit Parametern belegt sind, liefern beim Lesen den aktuell aktiven Wert des Parameters zurück.

Beim Schreiben in ein Parameter-Register wird der neue Wert in den permanenten Speicher eingetragen, aber erst nach einem Geräte-Reset aktiv. D.h., erst nach einem Reset liefert das Register beim Lesen den neuen Wert. Der zu schreibende Wert wird auf Zulässigkeit geprüft, wenn die eingestellten Grenzwerte überschritten werden, antwortet der Sensor mit einer Modbus-Exception „Illegal Data Value“ und führt den Befehl nicht aus.

Die Aktionen werden ausgeführt, wenn der Wert 0x3247 (hex) bzw. 12871 (dezimal) in das entsprechende Register geschrieben wird. Wenn die Aktion nicht ausgeführt werden kann, antwortet der Sensor mit einer Modbus-Exception „Illegal Data Value“.

Aktions-Register liefern beim Lesen immer 0.

Aktions-Register

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Funktion	Beschreibung
1	0	Sensor-Reset	Führt einen Reset des Sensors aus. Während des Resets ist die Modbus-Kommunikation für mehrere Sekunden unterbrochen
2	1	Messung Start	Startet den normalen Messbetrieb *)
3	2	Messung Ende	Beendet den normalen Messbetrieb *)
4	3	Laser einschalten	Laser permanent einschalten (z.B. für Sensor-Ausrichtung *)
5	4	Laser ausschalten	Laser wieder ausschalten *)
6	5	Auto-Kalibrierung	Automatische Kalibrierung von Winkel und Höhen-Offset ausführen *)
7	6	Auto-Höhenkalibrierung	Automatische Kalibrierung des Höhen-Offsets durchführen *)
8	7	Start Entfroston	Entfroston starten
9	8	Ende Entfroston	Entfroston beenden

*) Aktion kann nur ausgeführt werden, wenn der aktuelle Betriebszustand es zulässt. Wenn nicht, wird der Schreibvorgang mit Modbus-Exception „ILLEGAL_DATA_VALUE“ beantwortet. Dies ist auch der Fall, wenn eine zu startende Aktion bereits aktiv ist.

Parameter-Register

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Funktion	Werte	Faktor
10	9	Betriebsart Block-Heizung	0 = OFF 1 = Automatisch 2 = Enteisung einmalig starten 3 = Enteisung Stop	1
11	10	Betriebsart Scheiben-Heizung	0 = OFF 1 = Automatisch 2 = Enteisung einmalig starten 3 = Enteisung Stop	1
12	11	Ext. Heizungssteuerung zulassen	0 = Steuereingang nicht auswerten 1 = Steuereingang auswerten	1
13	12	Automatische Enteisung nach Einschalten	0 = OFF 1 = ON	1
14	13	Montagehöhe	Referenzhöhe über Messpunkt in mm Wertebereich: -16000 ... +16000	1
15	14	Sensor-Neigungswinkel	Referenzwinkel in ° Wertebereich -180 ... +180	1
16	15	G-Winkel verwenden	Aktuell vom G-Sensor gemessenen Winkel für Berechnung verwenden 0 = gespeicherten Referenzwinkel verwenden 1 = aktuell gemessenen Winkel verwenden	1
17	16	Zeit bis geänderte Schneehöhe akzeptiert	Zeit bis Änderung, die die eingestellte maximale Schneehöhenänderung übersteigt, dennoch akzeptiert wird [sec] Wertebereich: 0 ... 65535	1
18	17	Maximale Schneehöhenänderung	Maximal akzeptierte Änderung der Schneehöhe zwischen zwei Messungen [mm] Wertebereich: -20000 ... +20000	1
19	18	Laser-Betriebsart	Noch nicht implementiert	1
20	19	Laser-Messintervall	Laser-Messintervall [msec] Wertebereich 1000 ... 60000 Werte unter 5000ms werden nicht empfohlen!	1

11.3.2. Funktion 0x04 Read Input Registers

Die Input Register enthalten die Messwerte des SHM31-UMB sowie zugehörige Status-Informationen.

Die Messwerte werden durch Skalierung auf die 16bit Register abgebildet (0 ... max. 65530 für vorzeichenlose Werte, -32762 ... 32762 für vorzeichenbehaftete Werte).

Die Werte 65535 (0xffff) bzw. 32767 werden für die Anzeige von fehlerhaften oder nicht verfügbaren Messwerten benutzt. Eine genauere Spezifikation des Fehlers kann aus den Statusregistern (s. unten) ermittelt werden.

Die Zuordnung der Messwerte zu den Registeradressen (0 ... 119) wurde so gewählt, dass der Anwender die üblichen Daten mit möglichst wenigen Register-Block-Abrufen (im Idealfall nur ein Abruf) auslesen kann.

Es wurden daher folgende Blöcke gebildet:

- Statusinformationen
- Standard-Datensatz in metrischen Einheiten
- Standard-Datensatz in US-Einheiten
- Distanzen
- Temperaturen in metrischen Einheiten
- Temperaturen in US-Einheiten
- Winkel
- Logische und normierte Werte
- Service-Kanäle

In der folgenden Tabelle sind die Input-Register mit den Skalierungsfaktoren und der Information, ob der gelesene Register-Wert als signed (S) oder unsigned (U) zu interpretieren ist, aufgeführt

Ein Skalierungsfaktor von 10 bedeutet, dass der Registerwert durch 10 zu teilen ist, um einen Wert mit einer Auflösung von einer Dezimalstelle zu erhalten.

Reg. No.	Reg. Adr.	Wert	Beschreibung	Faktor	Signed/unsigned
			Status-Informationen		
1	0	Geräte-Identifikation	High Byte: Geräte-Subtyp Low Byte: Software-Version	1	U
2	1	Geräte-Status	Untere 16bit des Geräte-Status	1	U
3	2	Geräte-Status	Obere 16bit des Geräte-Status	1	U
4	3	Status Blockheizung	0 = Heizung aus 1 = Heizung ein	1	U
5	4	Status Scheibenheizung	0 = Heizung aus 1 = Heizung ein	1	U
6	5	Status Blocktemperatur	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
7	6	Status Umgebungstemperatur	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
8	7	Status Laser-Temperatur	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
9	8	Status Neigungswinkel	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
10	9	Status Schneehöhe	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
11	10	Status Distanz	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
12	11	Status Signal normiert	UMB Status Code (s. Kap. 9.3.5)	1	U
13	12	reserviert			
14	13	reserviert			
15	14	SHM31 Fehler- Code	(s. Kap 13.3.3)	1	U
16	15	SHM31 Fehler-Code (akt)	(s. Kap 13.3.3)	1	U
17	16	Gesamtbetriebszeit	Untere 16bit der Gesamtbetriebszeit [sec]	1	U
18	17	Gesamtbetriebszeit	Obere 16bit der Gesamtbetriebszeit [sec]	1	U
19	18	Systemzeit	Untere 16bit der Systemzeit	1	U
20	19	Systemzeit	Obere 16bit der Systemzeit	1	U
			Standard-Datensatz metrisch		
21	20	Schneehöhe mm (akt)	Wertebereich: -16000 ... 16000	1	S
22	21	Blocktemperatur °C (akt)	Wertebereich: -400 ... 1000 → -40,0 ... 100,0	10	S
23	22	Umgebungstemperatur °C (akt)	Wertebereich: -500 ... 1000 → -50,0 ... 100,0	10	S
24	23	Laser-Temperatur °C (akt)	Wertebereich: -600 ... 800 → -60,0 ... 80,0	10	S
25	24	Normierte Signalstärke	Wertebereich:	1	U

Reg. No.	Reg. Adr.	Wert	Beschreibung	Faktor	Signed/unsigned
			0 ... 255		
26	25	Neigungswinkel ° (akt)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
27	26	SHM31 Fehler-Code	Wertebereich: 0 ... 255 (s. Kap. 13.3.3)	1	U
28	27	reserviert			
29	28	reserviert			
30	29	reserviert			
			Standard-Datensatz US-Einheiten		
31	30	Schneehöhe in (akt)	Wertebereich: -12598 ... 12598 → -629,9 ... 629,9	20	S
32	31	Blocktemperatur °F (akt)	Wertebereich: -400 ... 2120 → -40,0 ... 212,0	10	S
33	32	Umgebungstemperatur °F (akt)	Wertebereich: -580 ... 2120 → -58,0 ... 212,0	10	S
34	33	Laser-Temperatur °F (akt)	Wertebereich: -760 ... 1760 → -76,0 ... 176,0	10	S
35	34	Normierte Signalstärke	Wertebereich: 0 ... 255	1	U
36	35	Neigungswinkel ° (akt)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
37	36	SHM31 Fehler-Code	Wertebereich: 0 ... 255 (s. Kap. 13.3.3)	1	U
38	37	reserviert			
39	38	reserviert			
40	39	reserviert			
			Distanzen		
41	40	Schneehöhe mm (akt)	Wertebereich: -16000 ... 16000	1	S
42	41	Schneehöhe mm (min)	Wertebereich: -16000 ... 16000	1	S
43	42	Schneehöhe mm (max)	Wertebereich: -16000 ... 16000	1	S
44	43	Schneehöhe mm (avg)	Wertebereich: -16000 ... 16000	1	S
45	44	Distanz kalibriert mm (akt)	Wertebereich: -500 ... 21000	1	S
46	45	Distanz Rohwert mm (akt)	Wertebereich: -500 ... 21000	1	S
47	46	Schneehöhe in (akt)	Wertebereich: -12598 ... 12598 → -629,9 ... 629,9	20	S
48	47	Schneehöhe in (min)	Wertebereich: -12598 ... 12598 → -629,9 ... 629,9	20	S
49	48	Schneehöhe in (max)	Wertebereich: -12598 ... 12598 → -629,9 ... 629,9	20	S
50	49	Schneehöhe in (avg)	Wertebereich: -12598 ... 12598 → -629,9 ... 629,9	20	S
51	50	Distanz kalibriert in (akt)	Wertebereich: -394 ... 16536 → -19,7 ... 826,8	20	S
52	51	Distanz Rohwert in (akt)	Wertebereich: -394 ... 16536 → -19,7 ... 826,8	20	S
53	52	Referenzhöhe mm	Wertebereich: 0 ... 16000	1	S
54	53	Schneehöhe mm, hohe Auflösung	Wertebereich (mit Offset 1000,0): 0 ... 64000 → -1000,0 ... 5400,0	10	U
55	54	reserviert			
			Temperaturen metrisch		
56	55	Blocktemperatur °C (akt)	Wertebereich: -400 ... 1000 → -40,0 ... 100,0	10	S
57	56	Blocktemperatur °C (min)	Wertebereich: -400 ... 1000 → -40,0 ... 100,0	10	S
58	57	Blocktemperatur °C (max)	Wertebereich: -400 ... 1000 → -40,0 ... 100,0	10	S
59	58	Blocktemperatur °C (avg)	Wertebereich: -400 ... 1000 → -40,0 ... 100,0	10	S
60	59	Umgebungstemperatur °C (akt)	Wertebereich: -500 ... 1000 → -50,0 ... 100,0	10	S
61	60	Umgebungstemperatur °C (min)	Wertebereich: -500 ... 1000 → -50,0 ... 100,0	10	S
62	61	Umgebungstemperatur °C (max)	Wertebereich: -500 ... 1000 → -50,0 ... 100,0	10	S
63	62	Umgebungstemperatur °C (avg)	Wertebereich: -500 ... 1000 → -50,0 ... 100,0	10	S
64	63	Laser-Temperatur °C (akt)	Wertebereich: -600 ... 800 → -60,0 ... 80,0	10	S

Reg. No.	Reg. Adr.	Wert	Beschreibung	Faktor	Signed/unsigned
65	64	Laser-Temperatur °C (min)	Wertebereich: -600 ... 800 → -60,0 ... 80,0	10	S
66	65	Laser-Temperatur °C (max)	Wertebereich: -600 ... 800 → -60,0 ... 80,0	10	S
67	66	Laser-Temperatur °C (avg)	Wertebereich: -600 ... 800 → -60,0 ... 80,0	10	S
68	67	reserviert			
69	68	reserviert			
70	69	reserviert			
			Temperaturen US-Einheiten		
71	70	Blocktemperatur °F (akt)	Wertebereich: -400 ... 2120 → -40,0 ... 212,0	10	S
72	71	Blocktemperatur °F (min)	Wertebereich: -400 ... 2120 → -40,0 ... 212,0	10	S
73	72	Blocktemperatur °F (max)	Wertebereich: -400 ... 2120 → -40,0 ... 212,0	10	S
74	73	Blocktemperatur °F (avg)	Wertebereich: -400 ... 2120 → -40,0 ... 212,0	10	S
75	74	Umgebungstemperatur °F (akt)	Wertebereich: -580 ... 2120 → -58,0 ... 212,0	10	S
76	75	Umgebungstemperatur °F (min)	Wertebereich: -580 ... 2120 → -58,0 ... 212,0	10	S
77	76	Umgebungstemperatur °F (max)	Wertebereich: -580 ... 2120 → -58,0 ... 212,0	10	S
78	77	Umgebungstemperatur °F (avg)	Wertebereich: -580 ... 2120 → -58,0 ... 212,0	10	S
79	78	Laser-Temperatur °F (akt)	Wertebereich: -760 ... 1760 → -76,0 ... 176,0	10	S
80	79	Laser-Temperatur °F (min)	Wertebereich: -760 ... 1760 → -76,0 ... 176,0	10	S
81	80	Laser-Temperatur °F (max)	Wertebereich: -760 ... 1760 → -76,0 ... 176,0	10	S
82	81	Laser-Temperatur °F (avg)	Wertebereich: -760 ... 1760 → -76,0 ... 176,0	10	S
83	82	reserviert			
84	83	reserviert			
85	84	reserviert			
			Winkel		
86	85	Neigungswinkel ° (akt)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
87	86	Neigungswinkel ° (min)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
88	87	Neigungswinkel ° (max)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
89	88	Neigungswinkel ° (avg)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
90	89	X-Winkel ° (akt)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
91	90	Y-Winkel ° (akt)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
92	91	Z-Winkel ° (akt)	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
93	92	Neigungswinkel ° Referenz	Wertebereich: -1800 ... 1800 → -180,0 ... 180,0	10	S
94	93	reserviert			
95	94	reserviert			
			Logische und normierte Werte		
96	95	Schnee-Flag	0: kein Schnee 1: Schnee		
97	96	Nebel-Flag	0: kein Nebel 1: Nebel		
98	97	Normierte Signalstärke (akt)	Wertebereich: 0 ... 255	1	U
99	98	Normierte Signalstärke (min)	Wertebereich: 0 ... 255	1	U
100	99	Normierte Signalstärke (max)	Wertebereich: 0 ... 255	1	U
101	100	Normierte Signalstärke (avg)	Wertebereich: 0 ... 255	1	U
102	101	reserviert			
103	102	reserviert			
104	103	reserviert			
105	104	reserviert			
			Service-Kanäle		
106	105	Status Blockheizung	0 = aus	1	U

Reg. No.	Reg. Adr.	Wert	Beschreibung	Faktor	Signed/unsigned
			1 = in 12 V Betrieb 2 = in 24 V Betrieb 3 = in 12 V Enteisungsbetrieb 4 = in 24 V Enteisungsbetrieb 5 = Heizung durch EXT_TRIG_IN deaktiviert 6 = außer Betrieb, wegen Fehler interne Spannungssteuerung 7 = außer Betrieb, wegen fehlerhafter Konfig. oder falscher Temperaturwerte 0 = Heizung aus 1 = Heizung ein		
107	106	Interne NTC Temperatur °C	Wertebereich: -400 ... 1000 → -40,0 ... 100,0	10	S
108	107	reserviert			
109	108	Block-Heizung Defrostzeit sec	Wertebereich: 0 ... 65535	1	U
110	109	Status Scheibenheizung	0 = aus 1 = in 12 V Betrieb 2 = in 24 V Betrieb 3 = in 12 V Enteisungsbetrieb 4 = in 24 V Enteisungsbetrieb 5 = Heizung durch EXT_TRIG_IN deaktiviert 6 = außer Betrieb, wegen Fehler interne Spannungssteuerung 7 = außer Betrieb, wegen fehlerhafter Konfig. oder falscher Temperaturwerte	1	U
111	110	Externe NTC Temperatur °C	Wertebereich: -500 ... 1000 → -50,0 ... 100,0	10	S
112	111	reserviert			
113	112	Scheiben-Heizung Defrostzeit sec	Wertebereich: 0 ... 65535	1	U
114	113	Laser Gain code	Wertebereich: 0 ... 255	1	U
115	114	Laser-Signalintensität (µV)		0,1	S
116	115	Laser Distanz mm	Wertebereich: 0 ... 32000	1	U
117	116	Laser-Temperatur °C	Wertebereich: -600 ... 8000 → -60,0 ... 80,0	10	S
118	117	Betriebsspannung V	Wertebereich: -400 ... 400 → -40,0 ... 40,0	10	S
119	118	reserviert			
120	119	reserviert			

12. Prüfung der Signalqualität

(Anleitung zur Verwendung des Zieltafelsets 8365.KWK-SET)

Die Signalqualität des Sensors kann mit Hilfe des Zieltafelsets am Messort überprüft werden. Das Set besteht aus den folgenden DIN-A4 großen hochwertigen Kunststofftafeln:

- Weißkarte 8365.KWK-WS in Schutzhülle, ca. 85% Reflexionsgrad
- Schwarzkarte 8365.KWK-SW in Schutzhülle, ca. 6% Reflexionsgrad

Die Karte kann mit Wasser und etwas Spülmittel gereinigt werden, bitte keine scharfen Reinigungsmittel oder Lösungsmittel verwenden.

Restfeuchte oder Reste von Reinigungsmitteln mit einem fusselfreien Baumwolltuch entfernen.

12.1. Anwendung

Die Zieltafeln ermöglichen dem Anwender von Schneehöhensensoren die Signalstärke der jeweiligen Sensoren zu prüfen. Hierbei kann die Signalstärke mit der Distanz in Abhängigkeit der Zieltafeln und verschiedener Reflektivitäten getestet werden. Die Kurven in Abbildung 30 zeigen die verschiedenen Signalstärken, ermittelt mit verschiedenen Zieltafeln, u. a. der Weißkarte 8365.KWK-WS und der Schwarzkarte 8365.KWK-SW.

Die Zieltafeln weiß und schwarz entsprechen in deren Reflektivität dabei den hellen und dunklen Zielen, die im Sensor für 5 verschiedene Distanzen bei der Werksnormalisierung abgelegt werden.

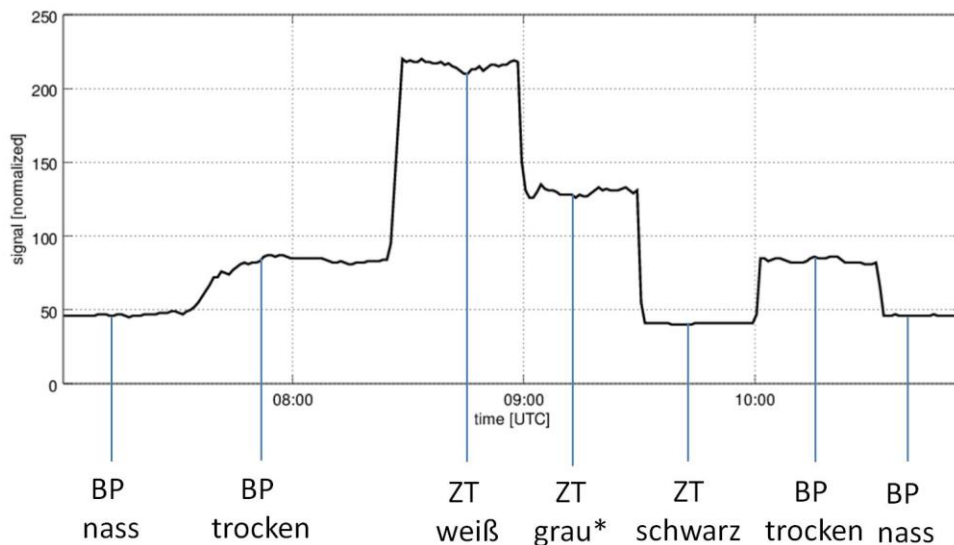


Abbildung 30: Variation der Signalstärke unter der Verwendung verschiedener Zieltafeln. BP: Bodenplatte, ZT: Zieltafel

Ein prinzipieller Messaufbau ist in Abbildung 31 abgelegt.



Abbildung 31: Prüfung der Signalqualität mit der Weißkarte 8365.KWK-WS

Die Messungen in Abbildung 30 wurden mit dem Messaufbau in Abbildung 31 erzielt.

Der Wertebereich für die Signalstärke (signal normalized) liegt zwischen 0 und 255. Die Sensoren sind so eingestellt, dass bei der Schwarztabelle ungefähr ein Wert von 50 erzielt wird und bei der Weißtafel von 200. Die genauen Werte für den Abgleich sind im Werkszertifikat dokumentiert.

Im vorliegenden Messbeispiel wurden diese Werte mit den Messwerten auf der Betonplatte im trockenen und feuchten Zustand verglichen. Ebenfalls wurde noch eine Karte mit einem 50% Reflexionsgrad eingesetzt.

Die Toleranzen in der Signalstärke liegen bei den SHM31 Sensoren in der Größenordnung von 20%. Dies erlaubt eine grobe Unterscheidung zwischen einem dunklen Untergrund (Gras, Asphalt) und einer Schneedecke. Der Schwellwert ist im Sensor mit 130 als Standardwert hinterlegt und kann gegebenenfalls angepasst werden. Oberhalb des Schwellwertes wird das „snow flag“ =1 gesetzt. Unterhalb des Schwellwertes ist es Null.

Wenn die Vermutung besteht dass der Sensor aufgrund von Alterung oder anderen Gründen nicht mehr adäquat misst, bietet die hier beschriebene Vorgehensweise eine einfach durchzuführende Prüfmöglichkeit.

13. Service, Wartung und technischer Support

13.1. Firmwareupdate

Um den Sensor auf dem aktuellen Stand der Technik zu halten, empfehlen wir Ihnen, regelmäßig die Verfügbarkeit neuer Firmware für den SHM31 Sensor zu prüfen. Die Firmware erhalten sie auf luftt.com/de-de/downloads.

Sie können das Firmwareupdate bequem vor Ort mit der UMB ConfigTool.NET Software vornehmen. Befolgen Sie einfach die nachfolgenden Schritte:

1. Sensorfirmware herunterladen
2. ConfigTool.NET starten und in das „Workspace Details“ Menü wechseln



Abbildung 32: Auswählen eines Gerätes

3. SHM31 aus der Geräteliste auswählen (Abbildung 32)
4. Auf das Update-Symbol klicken und die heruntergeladene Firmwaredatei im Fenster „Firmware-Update“ auswählen. Im Anschluss auf „Update“ klicken (Abbildung 33)

Hinweis: Ist „Neustart“ nicht markiert, wird lediglich die Firmware übertragen, der Sensor arbeitet aber noch nicht mit der neuen Firmware.

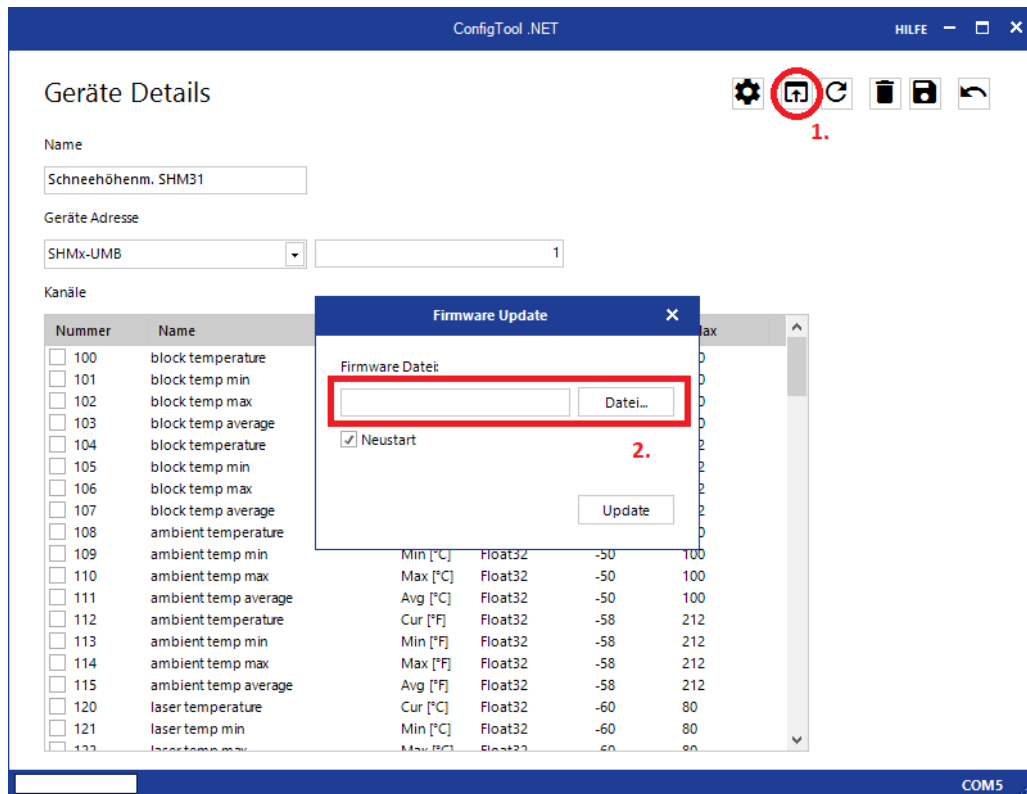


Abbildung 33: Durchführen eines Firmwareupdates

13.2. Wartung

Hinweis: Schalten Sie den Schneehöhenmesser bei der Wartung/ Reinigung stromlos!

Reinigung der Frontscheibe

Wenn die Glasscheibe des Senders/ Empfängers verschmutzt ist, reinigen Sie sie mit einem feuchten, ausgewrungenen Tuch. Trocknen Sie die Scheiben anschließend mit einem trockenen, fusselfreien Baumwolltuch nach.

Entfernen Sie auch Staub und Schmutz auf dem Gehäuse.

Verwenden Sie zur Reinigung des Sensors keine Lösungsmittel wie Waschbenzin, Verdünner, Alkohol, Küchenreiniger usw., da diese Mittel das Gehäuse und die optischen Teile beschädigen können.

Wenn Sie ein chemisches Reinigungstuch verwenden, beachten Sie unbedingt die zugehörigen Anweisungen.

13.3. Störungen

13.3.1. Mögliche Fehlerbilder beim Schneehöhenmesser

Fehlerbeschreibung	Ursache - Behebung
Das Gerät lässt sich nicht abfragen bzw. antwortet nicht	• Versorgungsspannung prüfen • Kabel überprüfen • Schnittstellen-Verbindung prüfen, ggf. die RS232 Schnittstelle verwenden, um festzustellen, ob der Fehler nur bei der RS485 Schnittstelle vorliegt.
Das Gerät liefert nicht plausible Werte	• Prüfen, ob die Montagehinweise bei der Anbringung des Sensors beachtet wurden • Referenzwerte überprüfen, siehe Abschnitt „Prüfung der Signalqualität“

13.3.2. Mögliche Störeinflüsse, die das korrekte Funktionieren beeinflussen können

- Verschmutzung des Sende- und Empfangsfensters des Schneehöhensensors.
- Spiegelnde Oberfläche / Eisfläche so dass der Laserstrahl zum Großteil reflektiert wird. Dies kann bei senkrechter Montage auch bedeuten, den Laserstrahl in den Laser zurückzereflektieren, was ebenfalls zu einer Fehlermeldung führen kann.
- Mehrdeutiges Ziel, z.B. durch eine Wassersäule auf dem Untergrund

13.3.3. Fehlercodes

In den UMB Kanälen 4100 und 4101 können die Statuscodes zum Schneehöhenmesser SHM31 abgerufen werden. Ebenso wird der Status im UMB-ASCII 2.0 Datentelegramm ausgegeben.

Die Codes sind an denen des SHM 30 Schneehöhensensors angelehnt und wurden gezielt erweitert.

Fehlercodes	Beschreibung
E15	Laser: Signal zu schwach, Abstand zu kurz
E16	Laser: Signal zu stark (Reflexion von Spiegeln)
E17	Laser: Gleichlicht zu stark
E18	Laser: Messung gestört (Niederschlag, Bewegung, ...)
E19	Laser ausgeschaltet, da zu viele Timeouts
E20	Laser-Kommunikationsfehler (unbekannter Befehl)
E21	Laser-Kommunikationsfehler (Schnittstelle)
E22	Laser-Kommunikationsfehler (ungültige Antwort)
E23	Laser-Temperatur unter -15 °C
E24	Laser-Temperatur über +50 °C
E31	Hardwarefehler, fehlerhafte EEPROM Prüfsumme, Rücksendung des Sensors (SHM31)
E32	Laser: Hardwarefehler, fehlerhafte EEPROM Prüfsumme, Rücksendung des Sensors
E51	Laser: APD Spannungsausfall (Streulicht oder Hardware-Fehler)
E52	Laserstrom zu hoch, defekter Laser
E53	Mathematik (Division durch 0)
E54	Laser: Hardwarefehler (Sensor muss zur Reparatur eingeschickt werden)
E55	Hardwarefehler (Sensor muss zur Reparatur eingeschickt werden) (SHM31)

Fehlercodes	Beschreibung
E61	Hardwarefehler im Interface
E62	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	Auswerteroutine: Es wurden teilweise Messungen im Berechnungsintervall ignoriert, da diese die maximal erlaubte Schneehöhenänderung überschritten hätten.
E66	Auswerteroutine: Es wurde die letzte gültige Schneehöhe ausgegeben, da alle Messungen im Berechnungsintervall die maximal erlaubte Schneehöhenänderung überschritten hätten.
E67	Messung wurde durch „MEN“ abgebrochen
E68	Noch kein gültiges Telegramm vorhanden, z. B. nach Starten der Messung mit 'MST'
E70	Auswerteroutine konnte Settings nicht lesen
E71	Auswerteroutine hat keine Daten vom Laser erhalten
E72	Auswerteroutine hat keine gültigen Lasertemperaturwerte
E73	Auswerteroutine hat keine gültigen Blocktemperaturwerte
E74	Auswerteroutine hat keine gültigen Außentemperaturwerte
E75	Auswerteroutine hat keine gültigen Laserdistanzmesswerte
E76	Auswerteroutine: G-Sensor-Vektor hat ungültige Länge
E77	Auswerteroutine nutzt Referenzwinkel, da aktueller Winkel ungültig ist
E78	Auswerteroutine: Signalkalibrierung: signal_high <= signal_low
E79	Auswerteroutine: Signalkalibrierung: Signal zu klein
E80	Auswerteroutine: Signalkalibrierung: Signal zu groß
E81	Auswerteroutine: Signalkalibrierung: keine Winkelkorrektur, da Winkel > 90 Grad
E82	Auswerteroutine: channel_average_count zu groß
E83	Auswerteroutine konnte Ringpuffer für avg/min/max-Kanäle nicht initialisieren

Tabelle 27: Fehlercodes

13.4. UMB Statuscodes

Die UMB Statuscodes dienen ebenfalls der Fehler- und Statusanalyse. Eine Beschreibung findet sich in der allgemeinen UMB Beschreibung.

13.5. Entsorgungshinweis - Innerhalb der EU



Das Gerät ist gemäß der Europäischen Richtlinien 2012/19/EU und gemäß den nationalen Vorschriften zu entsorgen. Mit diesem Symbol gekennzeichnete Elektrogeräte dürfen nicht in europäischen Haus- oder öffentlichen Entsorgungssystemen entsorgt werden. Senden Sie alte oder ausgediente Geräte an den Hersteller zur kostenlosen Entsorgung zurück.

13.6. Entsorgungshinweis - Außerhalb der EU

Bitte beachten Sie die im jeweiligen Land geltenden Vorschriften zur sachgerechten Entsorgung von Elektronik-Altgeräten.

13.7. Reparatur / Instandsetzung

Lassen Sie ein defektes Gerät ausschließlich vom Hersteller überprüfen und gegebenenfalls reparieren. Öffnen Sie das Gerät nicht und versuchen Sie auf keinen Fall eine eigenständige Reparatur.

Für Fälle der Reparatur wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Vertriebspartner oder an

OTT HydroMet Fellbach GmbH

Gutenbergstraße 20
70736 Fellbach

Postfach 4252
70719 Fellbach

Deutschland

Tel: +49 711 51822-0

Hotline: +49 711 51822-52

E-Mail: met-info@otthydromet.com

13.8. Technischer Support

Für technische Fragen steht Ihnen unsere Hotline unter folgender E-Mail-Adresse zur Verfügung:

Email: met-support@otthydromet.com

