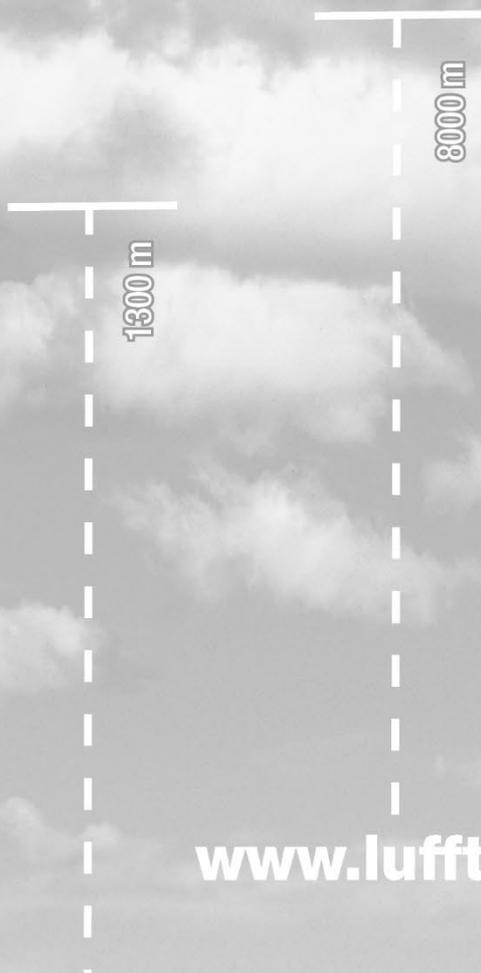


# Betriebsanleitung Lufft CHM 8k Ceilometer

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



[www.lufft.com](http://www.lufft.com)

 **Lufft**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Hinweise</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b> .....	<b>5</b>
	2.1 Normen und Richtlinien.....	5
	2.2 Sicherheitshinweise zum Lasersystem.....	5
	2.3 Anforderungen an das Personal.....	5
	2.4 Sicherheitshinweise für Transport, Aufstellung, Inbetriebnahme und Reinigung.....	5
	2.5 Gestaltung der Hinweise.....	6
	2.5.1 Bedeutung der Gefahrensymbole.....	6
	2.5.2 Bedeutung der Gefahrenhinweise.....	6
	2.5.3 Verwendete Symbole.....	7
	2.6 Sicherheitskennzeichnungen am CHM 8k.....	7
	2.7 Bestimmungsgemäße Verwendung.....	8
<b>3</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>9</b>
	3.1 Bestellinformationen.....	9
	3.2 Technische Daten.....	9
<b>4</b>	<b>Technische Beschreibung</b> .....	<b>13</b>
	4.1 Aufbau des CHM 8k.....	13
	4.2 Funktionseinheiten des Innengehäuses.....	14
	4.2.1 Funktionsschema.....	14
	4.2.2 Funktionskontrolle und Gerätestatus.....	15
<b>5</b>	<b>Transport und Lieferumfang</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Installation</b> .....	<b>18</b>
	6.1 Aufstellen des CHM 8k.....	18
	6.1.1 Vorbereitende Arbeiten.....	18
	6.1.2 Aufstellen auf Fundament.....	19
	6.2 Elektrische Installation.....	21
<b>7</b>	<b>Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme</b> .....	<b>25</b>
	7.1 Inbetriebnahme mit der RS485-Verbindung.....	25
	7.2 Inbetriebnahme mit der LAN-Verbindung.....	26
	7.3 Außerbetriebnahme.....	27
	7.4 Entsorgung.....	27
<b>8</b>	<b>Kommunikation über RS485 &amp; Ethernet</b> .....	<b>28</b>
	8.1 Liste der konfigurierbaren Parameter.....	28
	8.2 Gerätekonfiguration mit RS485.....	33
	8.2.1 Auslesen eines Parameters.....	33
	8.2.2 Setzen eines Parameters.....	33
	8.2.3 Baudratenänderung.....	34
	8.2.4 Neustart des Embedded Linux-Systems / Werkseinstellungen.....	35
	8.2.5 Ändern der Zeiteinstellungen.....	35
	8.3 Datenabfrage RS485.....	35
	8.3.1 Pollingbetrieb.....	36
	8.3.2 Automatischer Ausgabemodus.....	36
	8.3.3 Standarddatentelegramm.....	36
	8.3.4 Erweitertes Datentelegramm.....	38
	8.3.5 Rohdatentelegramm.....	41

8.3.6	Weitere Datentelegramme.....	42
8.4	Aufbau des NetCDF-Formates .....	42
8.4.1	Allgemeines .....	42
8.4.2	Grundlagen .....	43
8.4.3	Dateinamen.....	43
8.4.4	Formataufbau .....	43
8.4.5	Sonderwerte der Auswerteparameter.....	46
8.5	Statuscode .....	47
8.5.1	Eskalierende Statuscodes .....	48
8.6	Firmware Update.....	51
8.7	Kommunikation via Ethernet-Web-Interface.....	52
8.7.1	Geräteüberblick und Zugriffsrechte (Device Reiter).....	52
8.7.2	Zugriff auf die Messdaten (NetCDF Files, Viewer).....	53
8.7.3	Konfiguration des CHM 8k (Config Reiter) .....	54
8.7.4	Status- und Fehlermeldungen (Process Status) .....	57
8.7.5	Time Server .....	58
8.8	AFD-Modus .....	59
8.9	Telegramm via Ethernet.....	60
8.10	NetCDF-Datei-Tools .....	60
<b>9</b>	<b>Datenauswertung / Sky Condition Algorithm (SCA).....</b>	<b>62</b>
9.1	Laserfernerkundung .....	62
9.2	Aufbereitung der Messdaten .....	62
9.3	Wolkenunterkante und Eindringtiefe .....	63
9.4	Wolkeneindringtiefe .....	63
9.5	Parameter zur Datenauswertung .....	64
9.6	Bestimmung des maximalen Detektionsbereichs (MXD) .....	64
9.7	Vertikale optische Sichtweite (VOR).....	64
9.8	Niederschlag und Nebel .....	65
9.9	Mischungsschichthöhe.....	65
9.10	Bedeckungsgrad (BCC / TCC).....	65
9.11	Sky Condition Index (SCI).....	68
<b>10</b>	<b>Reinigung, Wartung und Service-Instruktionen.....</b>	<b>69</b>
10.1	Reinigung .....	69
10.2	Wartungsintervalle und Maßnahmen.....	71
<b>11</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>73</b>
11.1	CHM 8k Gerätehardware-Version .....	73
11.2	CHM 8k Software-Version.....	73

## 1 Allgemeine Hinweise



**Diese Betriebsanleitung ist Bestandteil des Gerätes. Sie muss stets in der Nähe des Gerätes aufbewahrt werden, um bei Bedarf schnell greifbar zu sein.**

**Diese Betriebsanleitung muss von allen Personen, die für das Gerät verantwortlich sind und an ihm arbeiten, gelesen, verstanden und in allen Punkten beachtet werden. Dies betrifft insbesondere das Kapitel „Sicherheit“.**

Redaktionsschluss: September 2022

Dokumentationsnummer: 8349.MEP

Diese Betriebsanleitung ist gültig für folgende Gerätevarianten mit den Bestellnummern:

8349.01-010	8349.02-010
8349.11-010	8349.12-010
8349.11-003	8349.22-010
8349.21-010	8349.32-010
8349.31-010	

Die Beschreibung des DSL Modems erfolgt in einem separaten Beiblatt.

### Hersteller

OTT HydroMet Fellbach GmbH  
Gutenbergstraße 20  
70736 Fellbach

Telefon +49 711 518 22 – 831

E-Mail [met-service@otthydromet.com](mailto:met-service@otthydromet.com)

Datum	Ausgabe	Erläuterungen
Oktober 2019	R1.6	Revision Kapitel 10, technische Daten, Sicherheitshinweise, Anpassung an neue Firmware
September 2020	R1.8	Anpassung an Firmware-Neuerungen, Korrekturen
Februar 2021	R1.9/R2.0	Anpassung an Firmware-Neuerungen 1.070/1.080, Adressänderung
März 2022	R2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anpassung an Firmware-Neuerungen 1.090/1.100/1.110</li> <li>- Maximale Länge von Text-Parameter aufgelistet</li> <li>- RS485-Beispiel für Parameter mit Überlänge eingefügt</li> <li>- Hinweis zum Umgang mit eigenen telegramformat.xml</li> <li>- Hinweis zur Nicht-Abwärtskompatibilität der Firmware</li> <li>- Neue Hardwarerevision</li> <li>- Überarbeitung der technischen Daten</li> </ul>
September 2022	R2.2	- USV integriert, Geräteversionen ergänzt

### Copyright

© 2022

Dieses Handbuch ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieses Handbuches darf in irgendeiner Form (Foto, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der OTT HydroMet Fellbach GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Zuwiderhandlungen werden strafrechtlich verfolgt.

Das Handbuch wurde mit der gebotenen Sorgfalt erarbeitet. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden, die sich durch Nichtbeachtung der im Handbuch enthaltenen Informationen ergeben.

## 2 Sicherheit

### 2.1 Normen und Richtlinien

Das Gerät ist nach den anerkannten Regeln der Technik und Sicherheit konstruiert und wird unverändert in Serie gefertigt. Die angewendeten Regeln sind in der jeweils aktuell gültigen Konformitätserklärung hinterlegt. Konformitätserklärungen können von unserer Homepage heruntergeladen werden:

<https://www.lufft.com/products/cloud-height-snow-depth-sensors-288/lufft-ceilometer-chm8k-2405/>

In Europa liegt die Konformitätserklärung in den Begleitdokumenten bei.

### 2.2 Sicherheitshinweise zum Lasersystem

Der CHM 8k Wolkenhöhenmesser ist ein Klasse 1M Laserprodukt nach IEC 60825-1:2014-06. Er entspricht den Vorgaben von CFR 1040.10 mit Ausnahme der Abweichungen gemäß Laser Notice No. 50 vom 24. Juni 2007. Aus dem Wolkenhöhenmessgerät CHM 8k tritt unsichtbare Laserstrahlung (905 nm) mit kleiner Divergenz ( $<1.5\text{mrad}$ ) und einem Strahldurchmesser von 60mm (FWHM) aus. Es befindet sich ein Warnhinweis auf der Vorderseite des Sensors (siehe Abschnitt 2.6).

Klasse 1M Laserstrahlung ist im Normalbetrieb sicher, sofern keine Teleskopoptiken benutzt werden, um den Strahl zu betrachten. Der Wolkenhöhenmesser darf nur in einem geschützten Außenbereich betrieben werden. Folgende Sicherheitshinweise müssen beim Betrieb beachtet werden:

- Den Laserstrahl auf keinen Fall mit optischen Instrumenten, insbesondere Ferngläsern, betrachten.
- Nicht direkt in den Laserstrahl blicken.
- Den Sensor nicht betreiben, wenn die innere Gehäusetür geöffnet ist
- Den Sensor nicht horizontal betreiben (maximaler Kippwinkel  $20^\circ$ )
- Der Weg des Laserstrahls muss frei von reflektierenden Materialien sein.

Die Laserstrahlung, die von dem CHM 8k Wolkenhöhenmesser abgestrahlt wird, wird von einem Klasse 3B Lasermodul erzeugt. Schon kurze Exposition von Klasse 3B Laserstrahlung kann zu Verletzungen der Augen und Haut führen. Wartung und Service des Sensors darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden. Unter keinen Umständen darf der Laserkopf von der optischen Messeinheit entfernt werden.

### 2.3 Anforderungen an das Personal

- Das CHM 8k darf nur von geschultem und sicherheitstechnisch unterwiesenem Personal aufgestellt und in Betrieb genommen werden. Der elektrische Anschluss des Gerätes darf nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.
- Wartungs- und Einstellarbeiten am CHM 8k dürfen nur vom Servicepersonal der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder von autorisiertem und geschultem Personal des Kunden ausgeführt werden. Alle Wartungsarbeiten erfordern eine technische Qualifikation in der elektrischen Sicherheit.
- Jede Person, die beauftragt ist, das CHM 8k aufzustellen und in Betrieb zu nehmen, muss die komplette Betriebsanleitung gelesen und verstanden haben.
- Bei allen Arbeiten am Gerät darf das Personal nicht übermüdet sein und nicht unter Einfluss von Alkohol, Medikamenten oder Rauschmitteln stehen. Das Personal darf keine körperlichen Einschränkungen besitzen, die Aufmerksamkeit und Urteilsvermögen zeitweilig oder auf Dauer einschränken.

### 2.4 Sicherheitshinweise für Transport, Aufstellung, Inbetriebnahme und Reinigung

- Das CHM 8k darf nur in verpacktem Zustand und in Transportlage (siehe Abbildung 6) mit geeigneten Hebezeugen und Transportmitteln verladen und befördert werden.
- Das verpackte CHM 8k muss ausreichend gegen Verrutschen, Stoß, Schlag u. Ä. im Transportmittel gesichert werden, z. B. mit Spanngurten.
- Wird das CHM 8k nicht sofort montiert, ist es vor äußeren Einflüssen geschützt und ausreichend gesichert zu lagern.
- Für das Aufstellen des CHM 8k sind mindestens 2 Personen erforderlich.
- Nach Aufstellen des CHM 8k muss kontrolliert und sichergestellt werden, dass keine sicherheitsrelevanten Veränderungen am Gerät eingetreten sind.

- Die innere Gehäusetür darf nur vom Servicepersonal der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder von autorisiertem und geschultem Personal des Kunden geöffnet werden.
- Verwenden Sie das CHM 8k nicht mit beschädigter Scheibe; schicken Sie das Gerät an die OTT HydroMet Fellbach GmbH zur Reparatur.
- Explosionsgefahr: das CHM 8k ist nicht für explosionsgefährdete Bereiche zugelassen.
- Spezielle Hinweise für die USV-Option (Details auch in Kapitel 3, 5, 6, 7, und 10):
  - Lagern Sie das Gerät nach der Ankunft bei Ihnen nicht länger als drei Wochen. Für die Lagerung über drei Wochen hinaus, schließen Sie bitte das Gerät an das Stromnetz an und schalten es ein. Damit erhöhen Sie die Lebensdauer des Akkus erheblich.
  - Schalten Sie die USV vor dem Anschließen des Gerätes an das Stromnetz ein.
  - Der Akkutauch ist nur durch geschultes und fachkundiges Personal zulässig.
  - Der Transport des Gerätes ist nur mit gültigem Zusatzlabel für Bleiakkus auf der Transportverpackung gemäß den internationalen Transportanforderungen möglich.

## 2.5 Gestaltung der Hinweise

### 2.5.1 Bedeutung der Gefahrensymbole

Symbol	Verwendung
	Warnung vor einer allgemeinen Gefahr
	Warnung vor Laserstrahlung
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung
	Warnung vor heißer Oberfläche
	In Übereinstimmung mit dem Elektro- und Elektronikgerätegesetz nimmt die OTT HydroMet Fellbach GmbH in den Mitgliedstaaten der EU Altgeräte zurück und entsorgt sie fachgerecht. Hiervon betroffene Geräte sind mit diesem Symbol gekennzeichnet.

### 2.5.2 Bedeutung der Gefahrenhinweise

<b>⚠ GEFAHR</b>
Kennzeichnet eine mögliche Gefahrensituation, welche bei Nichtbeachtung zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt.
<b>⚠ WARNUNG</b>
Kennzeichnet eine mögliche Gefahrensituation, welche bei Nichtbeachtung zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann.
<b>⚠ VORSICHT</b>
Kennzeichnet eine mögliche Gefahrensituation, welche bei Nichtbeachtung zu geringen oder moderaten Verletzungen führen kann.

**HINWEIS**

Kennzeichnet eine Situation, welche bei Nichtbeachtung das Gerät beschädigen kann.

**2.5.3 Verwendete Symbole**

-  Anmerkungen für die reibungslose Verwendung des Gerätes.
-  Erforderlicher Handlungsschritt

**2.6 Sicherheitskennzeichnungen am CHM 8k**

In Abbildung 1 sind die am Gerät befestigten Sicherheitskennzeichnungen dargestellt. Das Typenschild und der Erdungsanschluss befinden sich auf der Rückseite des Gerätes am Gehäusesockel.

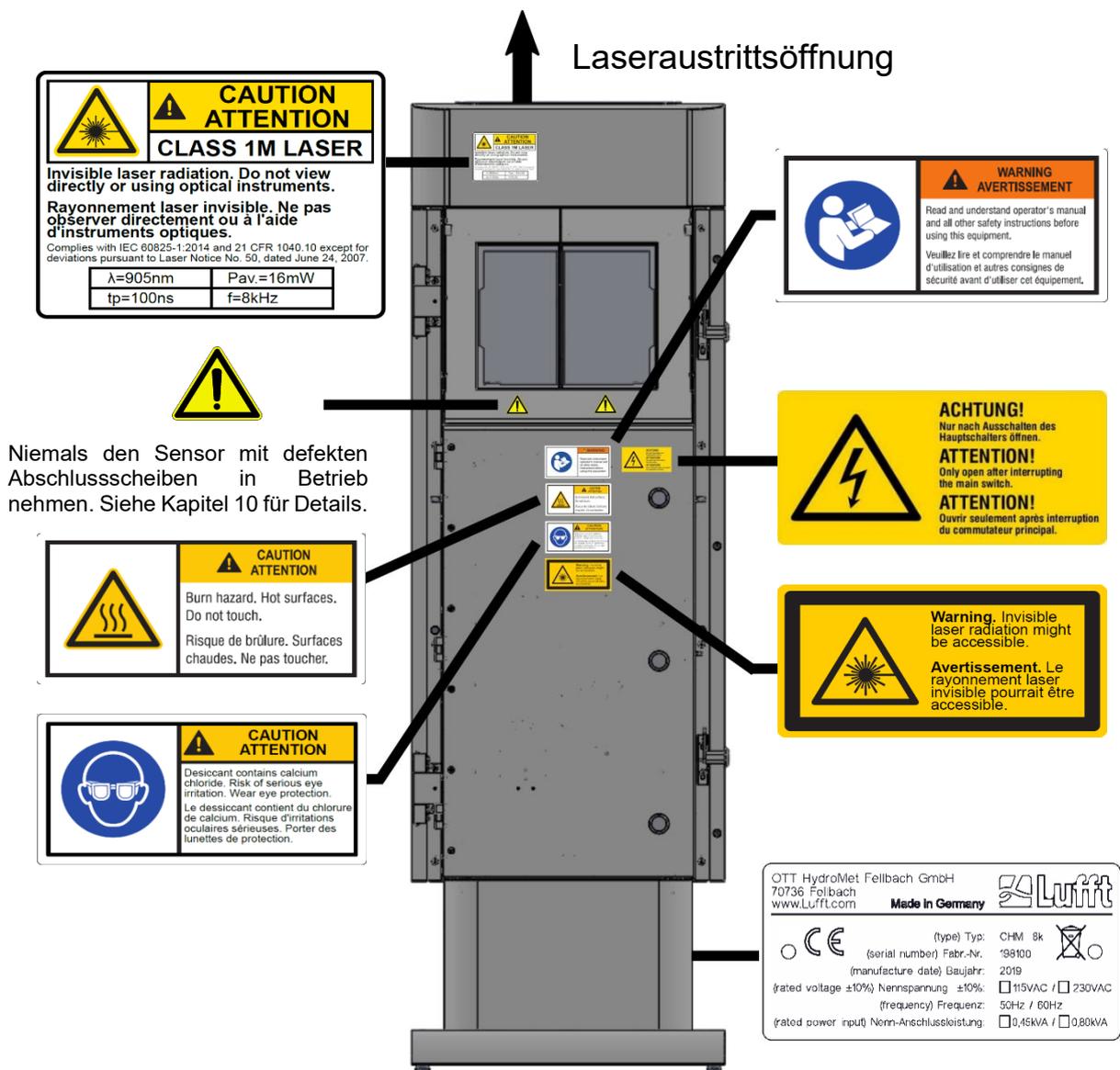


Abbildung 1 Sicherheitskennzeichnung.

## 2.7 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Betriebssicherheit des CHM 8k ist nur bei bestimmungsgemäßer Verwendung entsprechend der Angaben in dieser Betriebsanleitung gewährleistet.

Das Gerät darf nur für den 1-phasigen Betrieb am öffentlichen Niederspannungsnetz gemäß IEC38, 6. Ausgabe 1983, verwendet werden.

Das Wolkenhöhenmessgerät darf nur in einem geschützten Außenbereich betrieben werden. Es darf mit dem entsprechenden Zubehör nur bis zu einem Kippwinkel von max. 20° genutzt werden. Jeder darüberhinausgehende Gebrauch gilt als nicht bestimmungsgemäß! Für hieraus resultierende Schäden haftet allein der Betreiber.

Eine waagerechte Nutzung stellt ein Sicherheitsrisiko für Dritte dar und wird ausdrücklich ausgeschlossen. Für einen störungsfreien Betrieb ist ein regelmäßiger Reinigungs- und Wartungszyklus erforderlich (siehe Kapitel 10).

Eigenmächtige Änderungen am Gerät und insbesondere am optional erhältlichen USV-System sind nicht gestattet und sorgen für das sofortige Erlöschen sämtlicher Gewährleistungsansprüche. Es wird in solchen Fällen auch keinerlei Haftung für Folgeschäden übernommen.

## 3 Technische Daten

### 3.1 Bestellinformationen

Gerätevarianten			
Bestellnummer	Beschreibung	Stromversorgung	Kabellänge
8349.01-010	CHM 8k EU Basis	230 VAC ±10%	10 m
8349.11-010	CHM 8k EU + DSL Modem	230 VAC ±10%	10 m
8349.11-003	CHM 8k EU + DSL Modem	230 VAC ±10%	3 m
8349.21-010	CHM 8k EU + Batterie Backup	230 VAC ±10%	10 m
8349.02-010	CHM 8k US Basis	115 VAC ±10%	10 m
8349.12-010	CHM 8k US + DSL Modem	115 VAC ±10%	10 m
8349.22-010	CHM 8k US + Batterie Backup	115 VAC ±10%	10 m

Tabelle 1 Gerätevarianten.

Aufbau der Bestellnummern:

#### 8349.xx-yyy

- 8349 = CHM 8k Basisgerät (Instrument, Dokumentation, Transportkiste)  
 xx = spezielle Schnittstelle, sonstige Besonderheiten (Modem, Batterie Backup ...)  
 xx = Länderschlüssel (EU oder US)  
 yyy = Kabellänge (003 = 3m; 010 = 10 m; 050 = 50m)

### 3.2 Technische Daten

Messparameter	
Messbereich	0 m ... 10 km (0 ... 32808 ft)
Wolkenerkennungsbereich	5 m ... 8 km (16 ... 26246 ft)
Messauflösung	5 m
Auflösung NetCDF Daten (*)	5 m – 30 m in 5 m Schritten (kann vom Benutzer eingestellt werden) 15 m (Standardeinstellung)
NetCDF hochauflösende Daten	5 m (definiert für beschränkten HR Vektor in NetCDF)
Protokollierungszeit & Berichtszyklus (*)	2 s ... 600 s (programmierbar) Standardeinstellung: 15 s
Messobjekte	Aerosole, Wolken (Tröpfchen, Eiskristalle)
Gemessene und Sollparameter	Rückstreuprofile Wolkenhöhen bis 9 Schichten inkl. Eindringtiefe (Wolkendicke), max. Detektionsbereich (MXD), vertikale Sichtweite (VOR), Sky-Condition-Index (SCI), Bedeckungsgrad (TCC, BCC), ...
Messprinzip	Lidar (optisch, Lichtlaufzeit)
Optische Parameter	
Lichtquelle	Laserdiode
Wellenlänge	905 nm
Pulsenergie	2 µJ max. (1,6 µJ typ.)
Pulswiederholrate	8 kHz
Filter-Bandbreite	25 nm
Sichtfeldempfänger	1,1 mrad
Erweiterter NOHD	400 m (für 50 mm Apertur)

<b>Datenschnittstellen</b>	
Standard-Schnittstellen	RS485 halbduplex (ASCII); LAN (http, (S-) FTP, NetTools)
Optionale Schnittstellen	DSL, RS485 vollduplex (4-adrig)
<b>Elektrische Parameter</b>	
Stromversorgung	230 VAC $\pm 10\%$ <b>oder</b> 115 VAC $\pm 10\%$
Netzfrequenz	50 Hz, 60 Hz
Gesamtanschlussleistung	Max. 450 VA mit Gehäuseheizung (Standard); Max. 300 VA ohne Gehäuseheizung
Heizleistungen	Heizung Messeinheit: 250 W @115 / 230 VAC Gehäuseheizung: 150 W @115/ 230 VAC
USV Funktion (optional)	Ladeelektronik und Akku innenliegend, Unterstützung der Messelektronik und Kommunikation
<b>Gerätesicherheit</b>	
Generelle Sicherheit	IEC 61010-1 (TÜV Rheinland zertifiziert) UL 61010-1 (TÜV SÜD zertifiziert) AS 61010.1 (Australien und Neuseeland) CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 (TÜV SÜD zertifiziert)
Laserschutzklasse	1M nach IEC 60825-1, entspricht CFR 1040.10
Schutzart	IEC/ EN 60529: IP 66; IEC/EN 61010-1: IK06 (1 Joule) UL/CSA 50/50e: Typ 4X (in Prüfung)
Schutzklasse	Schutzklasse I (Schutzleiter erforderlich)
Überspannungskategorie	II
Verschmutzungsgrad im IP66 Gehäuse	2
EMV	<p><b>CE (EU)</b> Das Gerät stimmt mit den wesentlichen Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU überein. EN 61326-1, Klasse B</p> <p><b>FCC (US)</b> FCC Teil 15, Klasse „B“ Grenzwerte Das Gerät erfüllt die Anforderungen von Teil 15 der FCC-Bestimmungen. Der Betrieb unterliegt den folgenden Bedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gerät darf keine schädlichen Störungen verursachen.</li> <li>• Das Gerät muss alle empfangenen Interferenzen akzeptieren, einschließlich Interferenzen, die einen unerwünschten Betrieb verursachen können.</li> </ul> <p><b>IC (CN)</b> Kanadische Verordnung über Funkstörungen verursachende Geräte, ICES-003, Klasse B Dieses digitale Gerät der Klasse B erfüllt alle Anforderungen der kanadischen Verordnung über Funkstörungen verursachende Geräte. Kanada ICES-003 (B) / NMB-003 (B).</p>
<b>Betriebsbedingungen</b>	
Temperaturbereich	-40 °C bis +60 °C (Messbetrieb, auch für alle Optionen) -40 °C bis +60 °C (lagernd, mit USV-Option) -40 °C bis +85 °C (lagernd, außer USV-Option)
rel. Luftfeuchte	0 % – 100 %
Wind	60 m/s
Maximale Betriebshöhe	5000 m Basisgeräte 2000 m sowohl mit DSL-Option als auch mit USV-Option

<b>Abmessungen</b>	
Gehäusemaße (Grundfläche x Höhe)	B x H x L = 0,5 m x 0,5 m x 1,55 m
Verpackungsmaße	B x H x L = 0,75 m x 0,86 m x 1,80 m
<b>Gewicht</b>	
Gewicht	70 kg (das komplette System)
	9,5 kg (Messeinheit - schwerstes Ersatzteil)
<b>Anforderungen an die Installation</b>	
Geeignete Niederspannungs-Verteilungssysteme	TN-S-System: geerdetes Netz, Gehäuse CHM 8k geerdet, Neutral- und Schutzleiter separat ins Gerät geführt und angeschlossen TN-C-S-System: Gehäuse CHM 8k geerdet, Neutral- und Schutzleiter in einem Leiter außerhalb des Gerätes kombiniert, aber separiert in das Gerät eingeführt und angeschlossen
Anschlussart	Festanschluss, Erdung mittels Erdanschlussklemme (Abbildung 12)
<b>Maßnahmen beim Betreiber</b>	
Blitzschutz	- interner Blitzschutz ist gegeben - externer Blitzschutz nach DIN V VDE 0185-3 optional
Erdung	Erdungsanlage nach DIN V VDE 0185-3
Anforderung an externe Installation	- Trennvorrichtung zum Trennen vom Niederspannungsnetz nahe des CHM 8k - leicht erreichbar - als zum CHM 8k gehörend gekennzeichnet - Vorsicherung nur bei 230 VAC: 10 A gG träge

Tabelle 2 Technische Daten.

(\* die Kombination aus hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung über den gesamten Bereich ist aufgrund von Dateigröße und Verarbeitungszeit begrenzt. Eine Kombination von > 70 MB je NetCDF-Datei und Tagesmessung wird von Lufft nicht unterstützt. Beispiel (Standardbetriebsart): 15 m räumliche Auflösung über 10 km Reichweite mit 15 s zeitlicher Auflösung → 17 MB Größe der Tagesdatei

<b>Angaben zur optionalen USV</b>	
Nennspannung der USV	12 VDC (Eingang, Ausgang und Akkuspannung)
Akku-Technologie	VRLA AGM HPPL
Kapazität des Akkus	5 Ah
Ladestrom für den Akku	2,2 A; Ein Batterie-Managementsystem und eine intelligente Ladeelektronik schützen den Akku vor Über- und Tiefenentladung.
Überbrückungszeit bei Netzausfall	Max. 1 h über alle Betriebsbedingungen (fest parametrierbar)
Serviceempfehlung	Erfassen Sie nach 3 Jahren den Zustand des Akkus mit Hilfe der Ladeelektronik. Dies ist nur durch geschultes und fachkundiges Personal zulässig.
Anmerkung zur Lebensdauer	<p>Die Lebensdauer des Akkus ist abhängig von vielen Einflüssen wobei im Betrieb folgende entscheidend sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Länge der Netzunterbrechung</li> <li>- Die Häufigkeit der Netzunterbrechung</li> <li>- Betriebstemperaturen unter -20 °C</li> <li>- Betriebstemperaturen über 40 °C</li> </ul> <p>Aufgrund dieser vier Einflüsse lässt sich eine Lebensdauer des Akkus für jeden Einzelfall nicht zweifelfrei vorhersagen. Deshalb geben wir Beispiele an, die als Orientierung dienen. Unregelmäßige Netzausfälle mit unterschiedlichen Ausfallzeiten lassen sich leider nicht in Beispielen darstellen.</p> <p>Es wird darauf hingewiesen, dass die folgenden Angaben zur Lebensdauererwartung konservativer Natur sind. Es ist möglich, daß die folgenden Lebensdauererwartungen im Feldeinsatz übertroffen werden. Dies kann allerdings nicht garantiert werden.</p>
Lebensdauererwartung des Akkus mit Netzausfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,6 Jahre über alle Betriebsbedingungen und einem Netzausfall pro Tag für 5 min.</li> <li>• 4,6 Jahre bei eingeschränktem Betriebstemperaturbereich von -20 ... 40 °C und einem Ausfall alle 5 Tage für 5 min.</li> <li>• 9,2 Jahre bei konstanter Betriebstemperatur von 25 °C und einem Ausfall alle 5 Tage für 5 min.</li> <li>• 5 Jahre bei eingeschränktem Betriebstemperaturbereich von -20 ... 40 °C und vierteljährlich einem Netzausfall für 1 Stunde.</li> </ul>

Tabelle 3 Angaben zur optionalen USV

## 4 Technische Beschreibung

Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 8k wird hauptsächlich zur Bestimmung von Wolkenhöhen, Wolkeneindringtiefen, des Bedeckungsgrades, der vertikalen Sichtweite und der Aerosolschicht eingesetzt. Die berechneten Daten werden per Fernübertragung über digitale Standardschnittstellen übertragen.

Der CHM 8k verwendet als Messprinzip die Lidar-Methode (Lidar: light detection and ranging): Kurze Lichtimpulse, die von einer Laserdiode erzeugt werden, werden in die Atmosphäre emittiert, wo sie von Aerosolen, Tröpfchen und Luftmolekülen gestreut werden. Der Teil des Lichts, der auf den Wolkenhöhenmesser zurückgestrahlt wird, wird weiter analysiert. Die Laufzeit der Laserpulse wird gemessen und zur Berechnung der Entfernung des Streueignisses verwendet.

Das Höhenprofil des rückgestreuten Signals wird analysiert, um den abgeschwächten Rückstreukoeffizienten  $\beta_{att}$  als ersten Ausgabeparameter des Gerätes zu berechnen. Aus diesen Daten werden die verschiedenen Zielparameter wie die Wolken- und die Aerosolschichthöhen berechnet.

Das CHM 8k Detektionssystem basiert auf einem analogen Detektionsverfahren mit einem 25 nm breiten optischen Bandpassfilter der so optimiert ist, Hintergrundlicht möglichst effektiv zu unterdrücken. Gleichzeitig ist er kompatibel zu der spektralen Bandbreite von InGaAs Laserdioden. Analoge Detektionsverfahren bieten zudem einen hohen Dynamikumfang.

Das CHM 8k Wolkenhöhenmessgerät ist:

- ein Kompaktgerät, inklusive Heizungs- und Fensterlüfter
- unter den in den technischen Daten (siehe Kapitel 3) angegebenen Umgebungsbedingungen betriebsfähig
- modular aufgebaut, zum Beispiel kann die Lasermesseinheit (LOM) innerhalb des Gerätes durch eine andere LOM im Feld ausgetauscht werden
- ein für den 24/7 Dauerbetrieb ausgelegtes Gerät

### 4.1 Aufbau des CHM 8k

Das Gehäuse des CHM 8k besteht aus korrosionsfestem Aluminium und ist zweischalig aufgebaut. Die Außenschale hat die Aufgabe, die äußeren Einflüsse

- Sonnenstrahlung
- Wind
- Regen
- Schnee

auf das die Messeinheit tragende Innengehäuse zu dämpfen. Die zwischen Außenschale und Innengehäuse vorhandene Kaminwirkung unterstützt diesen Prozess.

Die Gehäusehaube schützt das Innengehäuse vor Schmutz und Niederschlag. In der Gehäusehaube befindet sich die Öffnung für Laseraustritt und Lasereintritt. Die Trennwand in der Haube entkoppelt den Sendebereich von dem empfindlichen Empfangsbereich. Ein Luftleitblech im Haubeninneren leitet den Luftstrom von beiden Lüftern direkt auf die Glasscheiben des Innengehäuses.

Das Innengehäuse trägt die komplette Ausrüstung für den Betrieb des CHM 8k. Die Kabeldurchführungen für Datenleitung, Stromzufuhr, Erdung und Anschluss der außenliegenden Lüfter werden über Stopfbuchsen realisiert. Zum Druckausgleich besitzt das Innengehäuse drei Druckausgleichselemente mit einer Goretex®-Membran.

Den oberen Abschluss des Innengehäuses bildet ein zweigeteiltes Sichtfenster aus beschichtetem Floatglas. Die Scheiben sind im Brewsterwinkel geneigt. Damit ist ein verlustarmer Laser-Lichtdurchtritt und eine optimale Selbstreinigung der Scheiben gewährleistet. Die Scheibenreinigung wird durch die an der Rückseite des Gerätes angeordneten Lüfter unterstützt: Im Stunden-Rhythmus und bei Regen / Schnee werden die Lüfter zugeschaltet. Die Lüfter werden ebenfalls zur Wärmeabfuhr aus dem Innengehäuse genutzt. Die Wartung der Lüfter erfolgt über die abnehmbare Rückwand des CHM 8k.

Die Außentür ermöglicht den Zugang zum Gehäuseinneren und zu den Glasscheiben, z. B. zu Reinigungszwecken. Der Zugang in den Innenraum des Gerätes erfolgt über eine Innentür. Außen- und Innentür sind mit unterschiedlichen Schließmechanismen gesichert. Die innere Gehäusetür darf nur vom Servicepersonal der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder von autorisiertem und geschultem Personal des Kunden geöffnet werden.

## 4.2 Funktionseinheiten des Innengehäuses

Die Funktionseinheiten des Gerätes sind:

- Sende- und Empfangseinheit (Messeinheit - LOM)
- Steuerplatine und damit verbundene Komponenten
- Stromversorgung 12 - 15 VDC für die Elektronik
- Trafobasierendes Gleichspannungsnetzteil mit 48 VCD für die Gehäuselüfter
- Gehäuselüfter und Temperatursensork
- Blitz- und Überspannschutzeinrichtung für Stromkabel, LAN, RS485
- Optionales USV-System zur Überbrückung von Netzausfällen bis zu einer Stunde

Die Funktionseinheiten sind modular aufgebaut, werden separat am Innengehäuse befestigt und können im Servicefall einzeln herausgenommen und ausgetauscht werden.

### 4.2.1 Funktionsschema

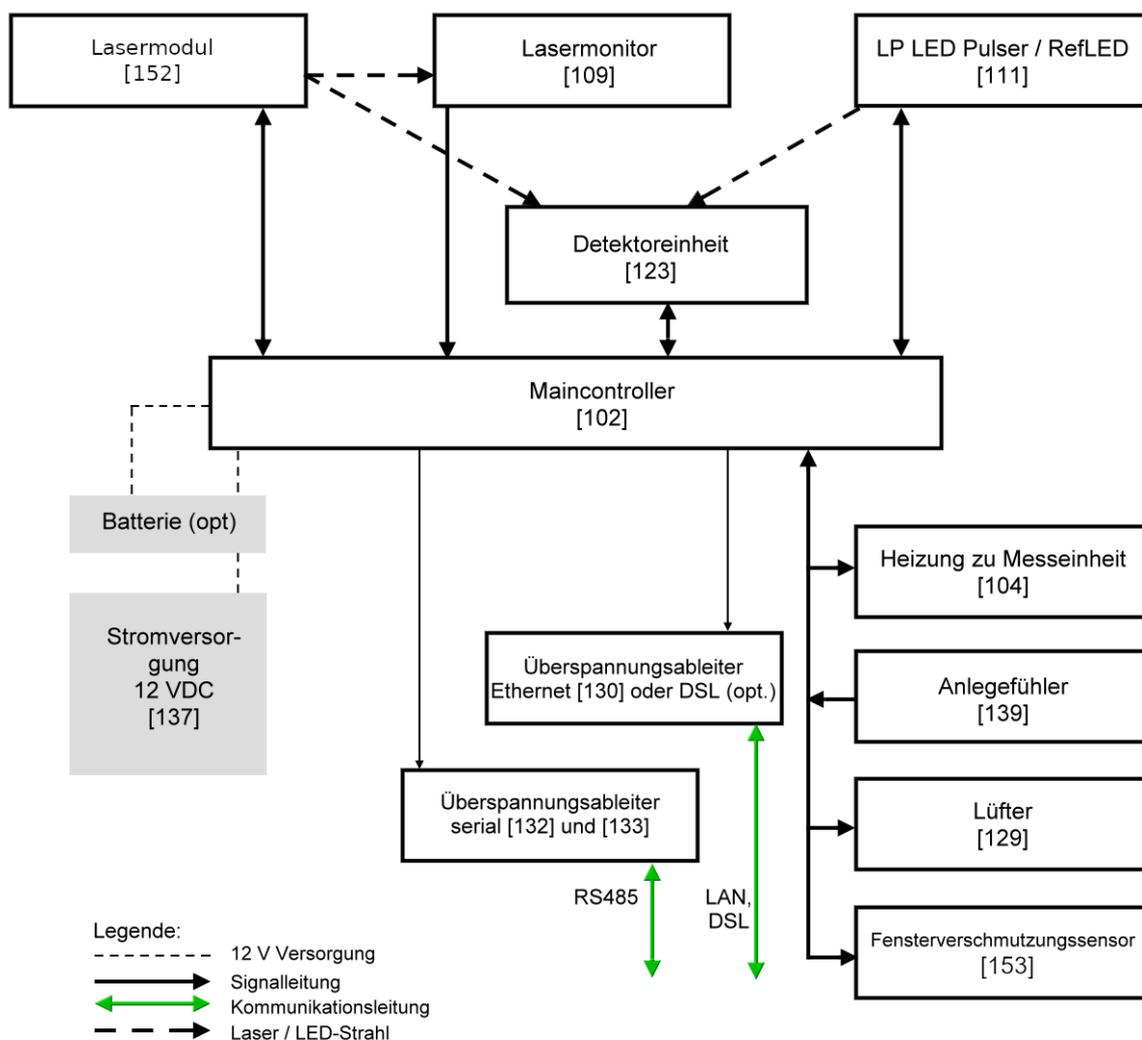


Abbildung 2 Funktionsschema. Die Zahlen in Klammern entsprechen der Nummerierung der Ersatzteilliste (siehe Servicehandbuch).

Abbildung 2 zeigt deutlich, dass der Main-Controller die zentrale Einheit ist. Der Main-Controller steuert und überwacht alle hier abgebildeten Gerätefunktionen und liefert entsprechende Statuswerte.

#### 4.2.2 Funktionskontrolle und Gerätestatus

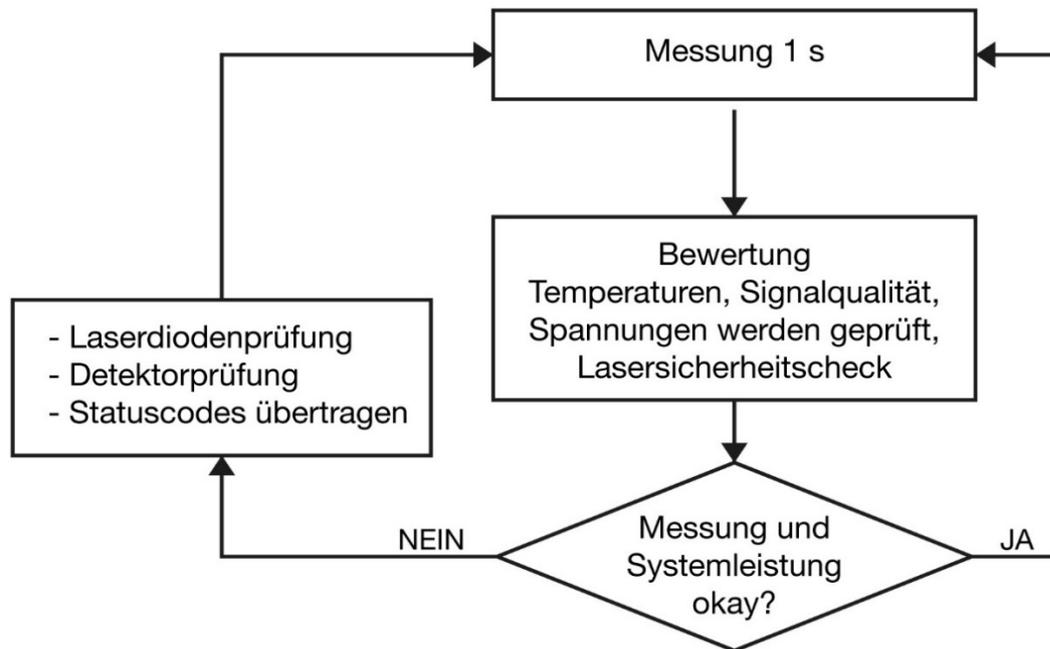


Abbildung 3 Ablaufschema Standardmesszyklus.

Die Funktionskontrolle des CHM 8k (Messung und Auswertung) erfolgt über einen FPGA und einen OMAP-Prozessor. Das Protokollierungszeitintervall (hier nicht dargestellt) besteht aus mehreren im OMAP-Prozessor berechneten Messzyklen, während im FPGA Prozesse mit höherer Zeitauflösung von bis zu 1s Zeitintervallen verarbeitet werden.

Abbildung 3 zeigt den internen Messzyklus, der jede Sekunde stattfindet. Die Messdaten und die Auswertung der Statusparameter werden nach jedem Messzyklus überprüft. Liegen die Werte außerhalb der Toleranzen oder liegt ein Hardwarefehler vor, wird der Standardmesszyklus neu initialisiert und eine Fehlermeldung erzeugt und ausgegeben.

Es gibt jedoch Teile, die mit höherer Zeitauflösung ausgelesen und gesteuert werden, wie z. B. die Temperaturregelung des Lasers, und Prozesse, die im Protokollierungszeitintervall laufen, wie z. B. die Auswertung der Fensterverschmutzung und die Lüftersteuerung bei Niederschlägen. Ebenfalls unabhängig vom obigen Messzyklus, wird die Lasersicherheit vom FPGA und der Firmware überwacht. Zusätzlich gibt es auch eine Watchdog-Schaltung, die das Betriebssystem und relevante Spannungen überwacht, sowie einen Software-Watchdog zur Kontrolle der Firmwareprozesse.

Ermittelte Werte und Statuswerte werden im erweiterten Datentelegramm und den NetCDF-Dateien ausgegeben. Das Standardtelegramm enthält grobe Informationen über den Statuscode (siehe 8.5 Statuscode).

## 5 Transport und Lieferumfang

### HINWEIS

**Bei unsachgemäßer Handhabung kann das Gerät beschädigt werden.**

- ⇒ Das CHM 8k darf nur mit geeigneten Transportmitteln und Hebezeugen befördert und bewegt werden.
- ⇒ Das CHM 8k darf nur in verpacktem Zustand und in Transportposition (siehe Abbildung 6) verladen und befördert werden.
- ⇒ Das CHM 8k muss ausreichend gegen Verrutschen, Stoß, Schlag u. Ä. im Transportmittel gesichert werden.
- ⇒ Ist eine optionale USV eingebaut, ist ein spezieller Transportaufkleber nach den zum Zeitpunkt des Transportes gültigen internationalen Transportbedingungen außen auf der Transportkiste gut sichtbar anzubringen.

**Zum Lieferumfang gehören:**

- Wolkenhöhenmessgerät CHM 8k
- Erdungskabel 2,6 m
- Ringbuch mit Dokumenten:
  - Bohrschablone
  - Mechanische Aufbauanleitung
  - Elektrische Aufbauanleitung
  - Testprotokoll
  - Liste der Seriennummern der verbauten Komponenten
  - Betriebsanleitung
  - In der EU: EU - Konformitätserklärung
- Befestigungselemente:
  - 4 Stück Dübel S12 (Fa. Fischer)
  - 4 Schrauben M10 x 140-ZN (DIN 571)
  - 4 Unterlegscheiben ISO 7093-10.5-KST/PA
  - 4 Unterlegscheiben ISO 7093-10.5-A2

Auf Kundenwunsch:

- Ein Adapterrahmen kann mitgeliefert werden, mit dem das CHM 8k mit vorhandenen Befestigungsschrauben verschraubt werden kann.
- Ein Winkeladapterrahmen ist lieferbar, z. B. für 15° Neigung des Wolkenhöhenmessers zur Vermeidung von direkter Sonneneinstrahlung.



#### Informationen zu Werkzeugen:

Schraubenschlüssel für 4x Schrauben M10 mit Schlüsselweite 17 mm oder 3/8 Whitworth. Statt der Schraube M10 kann auch eine 3/8 Zoll Schraube zusammen mit entsprechenden Ankern verwendet werden.

Die Nivellierschrauben benötigen Schraubenschlüssel mit Schlüsselweite 22 mm oder 1/2 Whitworth.

Zu weiteren technischen Details wenden Sie sich bitte an die OTT HydroMet Fellbach GmbH.

**Betriebszustand des CHM 8k bei Auslieferung**

Transfermodus	1, automatische Ausgabe des Standardtelegramms
RS485 Gerätenummer	16
Baudrate	9600
Messdauer	15 s
Optionale USV	Ausgeschaltet (Schalterstellung nach unten, siehe Abbildung 4)

Ausführliche Angaben zu den Betriebszuständen siehe Kapitel 8 Kommunikation über RS485 & Ethernet.



Abbildung 4 Schalterstellung für USV „ausgeschaltet“

## 6 Installation

### HINWEIS

- ⇒ Für das Erstellen und Dimensionieren des Fundamentes ist der Betreiber des CHM 8k verantwortlich. Das Fundament muss so dimensioniert werden, dass es der dauerhaften Beanspruchung durch das Gerätegewicht und äußere Einflüsse gewachsen ist.
- ⇒ Das Gerät darf während des Aufstellens und der Inbetriebnahme nicht geöffnet werden, um das Eindringen von Schmutz oder Feuchtigkeit zu vermeiden.

Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 8k wird auf einem geeigneten Betonfundament aufgestellt und befestigt. Integrierte Nivellierschrauben an der Fußunterseite erlauben die vertikale Ausrichtung des Gerätes und damit die vertikale Ausrichtung der Messeinheit.

Das CHM 8k darf nur in einem geschützten Außenbereich installiert werden. Bestrahlung mit starken Lichtquellen ist zu vermeiden. Der Sonneneinstrahlungswinkel muss  $\geq 15^\circ$  zur Senkrechten sein. Bitte fragen Sie nach einem geeigneten Winkeladapter. Der Abstand zu Baum- und Buschpflanzungen muss so gewählt werden, dass Laub und Nadeln die Lichtaustrittsöffnungen des Gerätes nicht erreichen. Beim Aufstellen des CHM 8k sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

- zu mobilen Funkgeräten 2,5 m
- zu stationären Sendern, Basisstationen ( $\geq 100$  W Sendeleistung) 25 m
- zwischen zwei Wolkenmessgeräten (optische Interferenz möglich) 10 m

### 6.1 Aufstellen des CHM 8k

#### 6.1.1 Vorbereitende Arbeiten

Das CHM 8k benötigt eine Aufstellfläche von 50 x 50 cm. Es muss auf einem ausreichend dimensionierten Betonfundament stabil und fest aufgestellt und montiert werden. Die Neigung der Aufstellfläche darf 5 mm/m nicht überschreiten. Vor dem Aufstellen des CHM 8k sind im Betonfundament Löcher und Dübel ( $\varnothing 12$  mm, 4 Stück Dübel gehören zum Lieferumfang) entsprechend der Bohrschablone (siehe Abbildung 5) einzubringen. Dabei ist auf die Richtung der Außentür zum Elektroanschluss im Anschlusskasten des Betreibers zu achten.

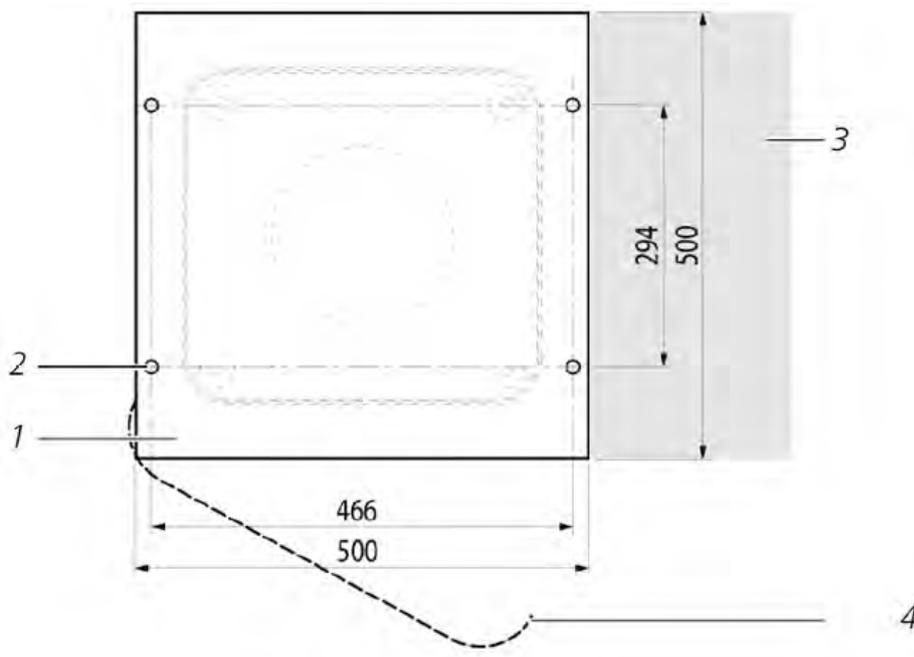


Abbildung 5 Bohrschablone.

- 1 Bohrschablone
- 2 Bohrungen ( $\varnothing 12$  mm) für Befestigung
- 3 Möglichkeit für Elektroanschluss (Anschlusskasten)
- 4 Öffnungsrichtung der Außentür

### 6.1.2 Aufstellen auf Fundament

<b>⚠ VORSICHT</b>	
	<p><b>Das Gewicht des CHM 8k beträgt 70 kg, schwere Lasten können zu schweren Verletzungen führen.</b></p> <p>⇒ Bewegen sie das CHM 8k nicht ohne geeignete Hilfe</p> <p>⇒ Für das Aufstellen des CHM 8k sind mindestens zwei Personen erforderlich</p>

Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 8k wie folgt aufstellen:

- ⇒ CHM 8k möglichst nahe des Aufstellortes vom Transportmittel mit geeignetem Hebezeug abladen und absetzen. Die Position des Gerätefußes in der Transportkiste ist mit der Aufschrift „Boden / Base“ auf der Kiste markiert.



Abbildung 6 CHM 8k verpackt und in Transportposition (1: Holzverpackung, 2: Palette).

- ⇒ Klammern am Deckel lösen (Schlitzschraubenzieher mit geeigneter Breite verwenden)
- ⇒ Deckel nach oben hin abheben und beiseite stellen.
- ⇒ Klammern der Seitenwände lösen und diese einzeln abnehmen

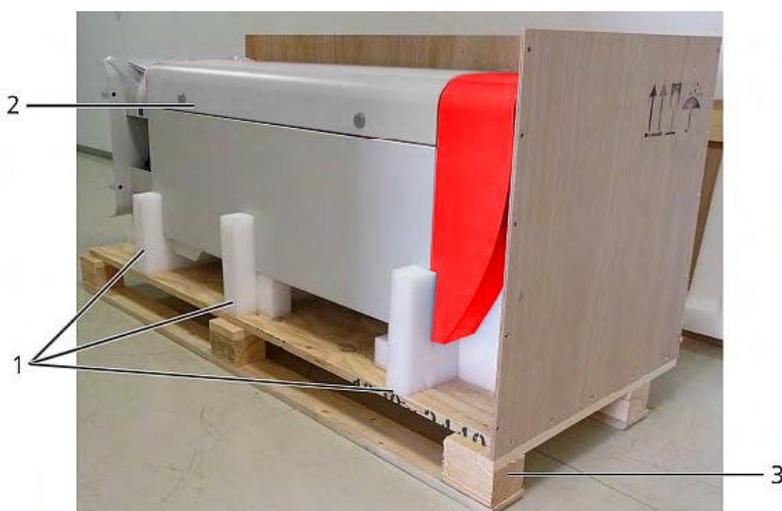


Abbildung 7 CHM 8k mit Styropor- oder Papierwaberverpackung.

- 1 Styroporelemente
- 2 CHM 8k
- 3 Palette

- ⇒ CHM 8k vorsichtig per Hand unter Einhaltung aller Sicherheitsbestimmungen aus den Styroporelementen herausheben. (Anhebepositionen: Abbildung 8).

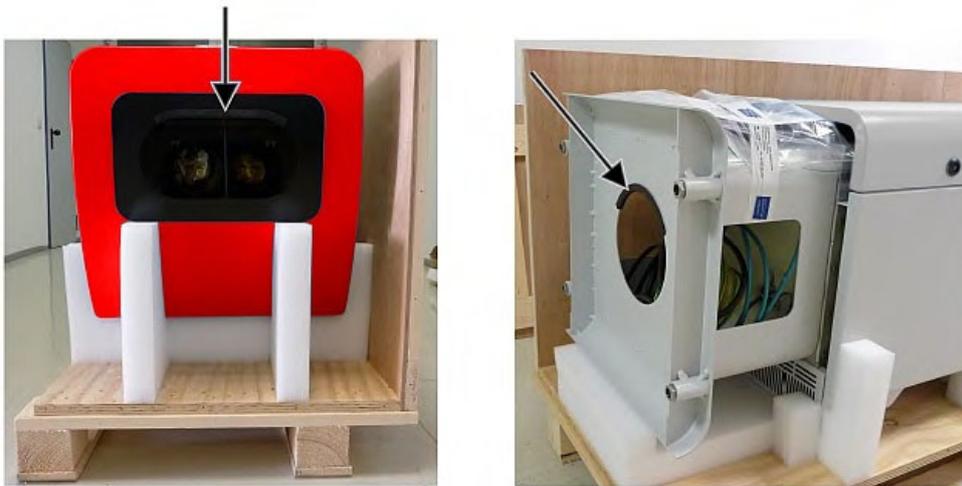


Abbildung 8 Hebepositionen und Griffschutz (Kantenschutzprofil).

#### Möglichkeiten zum Weitertransport:

- ⇒ Zum Tragen: in die mit Pfeilen markierten Öffnungen fassen (Abbildung 8).  
 ⇒ Mit Sackkarre: bei größerer Entfernung zum Betonfundament (Abbildung 9).

#### HINWEIS

- ⇒ Beim Transport mit einer Sackkarre darauf achten, dass das CHM 8k mit der Außentür nach unten auf die Sackkarre aufgelegt wird (siehe Abbildung 9).  
 ⇒ Es sollte ein Polster (z. B. Luftpolsterfolie) zwischen CHM und Sackkarre gespannt werden



Abbildung 9 Transport mit Sackkarre.

- ⇒ CHM 8k in Einbaulage (senkrecht) auf dem Betonfundament positionieren. Dabei auf die Lage der Außentür in Bezug zum Elektro-Anschlusskasten des Betreibers achten (siehe Abbildung 5).
- ⇒ CHM 8k mit den mitgelieferten Scheiben und Befestigungsschrauben (siehe Abbildung 10) auf dem Betonfundament zunächst locker vormontieren.

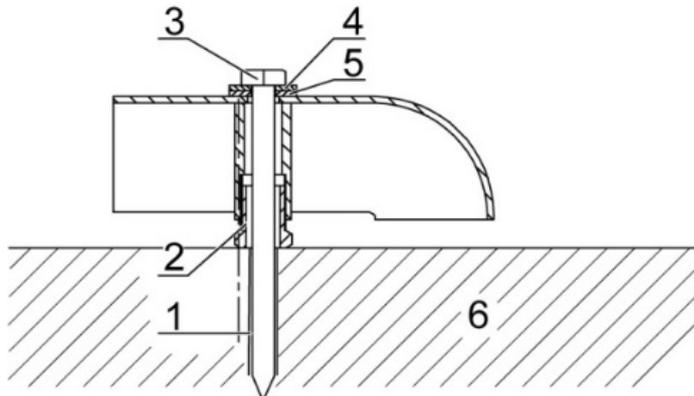


Abbildung 10 Befestigungselemente.

- 1 Dübel S12
- 2 Nivellierschraube 5 mm (Im Gerätefuß integriert)
- 3 Schraube DIN 571-10 x 140-ZN
- 4 Scheibe ISO 7093-10,5-A2
- 5 Scheibe ISO 7093-10,5-KST/PA
- 6 Betonfundament

- ⇒ CHM 8k über die im Gerätefuß integrierten Nivellierschrauben vertikal ausrichten (mit Wasserwaage: an einer Seitenwand und an Front anlegen). Benötigtes Werkzeug: Schraubenschlüssel 17 mm.
- ⇒ Befestigungsschrauben festziehen. Benötigtes Werkzeug: Schraubenschlüssel 22 mm.
- ⇒ Griffschutz (Kantenschutzprofil) von oben entfernen und für den nächsten Transport im Sockel befestigen.

## 6.2 Elektrische Installation

### HINWEIS

#### Nicht fachgerechte Installation kann zu Geräteschäden führen.

- ⇒ Der elektrische Anschluss des CHM 8k darf nur von einer Elektrofachkraft der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder einer anderen Elektrofachkraft ausgeführt werden. Nichtbeachtung führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungsansprüchen.
- ⇒ Bei einem optional eingebauten USV-System den Schalter zum Aktivieren der USV-Funktion vor der elektrischen Installation anschalten (siehe Abbildung 11).
- ⇒ Vom Betreiber sind alle Voraussetzungen für den Anschluss des Wolkenhöhenmessgerätes CHM 8k nach EN 61010-1 zu schaffen, z. B. Installation eines Anschlusskastens.
- ⇒ Das Ceilometer verfügt über ein eingebautes Überspannungs- und Blitzschutzsystem. Deshalb ist bei kundenseitiger Isolationsprüfung eine Reduzierung der Prüfgleichspannung auf 250V DC zulässig. Der gemessene Isolationswiderstand muss dann größer als 1 MΩ sein.



Abbildung 11 Schalterstellung nach oben, für USV „angeschaltet“

Abbildung 12 zeigt eine Skizze der elektrischen Installation des CHM 8k. Die Stromversorgung (1) des Gerätes muss über eine externe Trennvorrichtung (2) erfolgen. Diese muss leicht zugänglich sein, um das Gerät vom Netz trennen zu können, falls nötig. Die Trennvorrichtung muss als zu dem Gerät zugehörig markiert sein und für ein 230VAC- Gerät ist eine Vorsicherung 10A gG träge vorzusehen. Ein Anschlusskasten sollte in einem Abstand von < 3 m installiert werden. Ein externer Blitzableiter (7) muss vorhanden sein, um das Gerät vor direkten Blitzeinschlägen zu schützen. Die Anschlüsse sind nach den jeweiligen länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

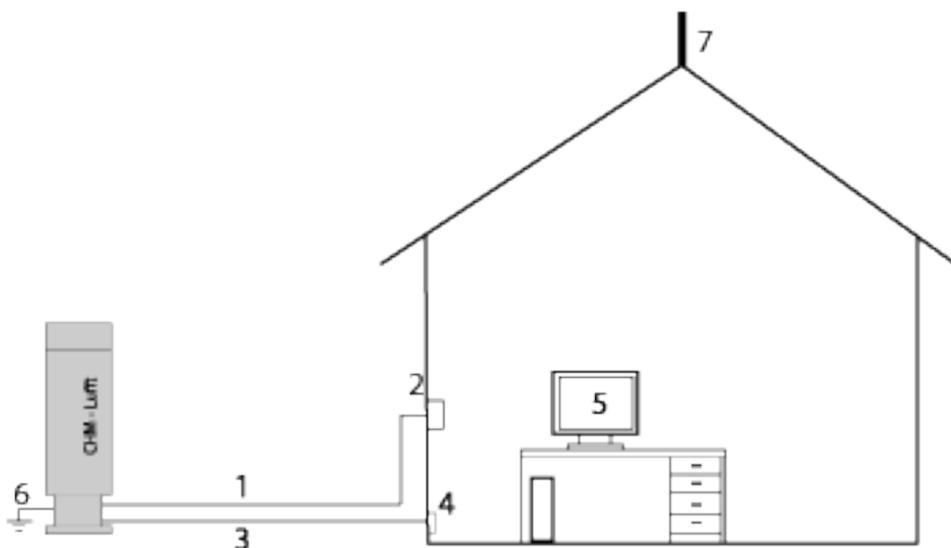


Abbildung 12 Schematische Skizze der elektrischen Installation.

- 1 Spannungsversorgung (3-polig)
- 2 Netztrennschalter und Anschlusskasten
- 3 Datenübertragungsleitungen: RS485 oder LAN
- 4 Anschluss der Datenleitungen: RS485 oder LAN
- 5 PC für Remote Access (mit LAN/DSL; PC muss nicht lokal sein)
- 6 Erdanschluss CHM 8k
- 7 Blitzableiter

<b>⚠ Gefahr</b>	
	<p><b>Beim Berühren spannungsführender Teile besteht die Gefahr eines Stromschlags, der schwere bis tödliche Verletzungen verursacht.</b></p> <p>⇒ Schalten Sie den externen Schutzschalter vor Beginn der Installation aus und sichern Sie ihn gegen Wiedereinschalten</p>

Die elektrischen Verbindungen zum CHM 8k sind in den Abbildungen 12 und 15 näher spezifiziert. Verbindung des Netzkabels und der Datenkabel wie in der Abbildung dargestellt herstellen. Es wird empfohlen einen zusätzlichen Überspannungsschutz in allen Verbindungen zu integrieren, um Beschädigungen des Anschlusskastens zu verhindern. Im CHM 8k ist intern der Blitzschutz gewährleistet.

Der Anschluss des CHM 8k erfolgt über folgende mitgelieferte Kabel:

- 230 VAC-Zuleitung (Netzkabel): Farbcode: Nullleiter: blau, Leiter: braun, Schutzleiter: grünelb; Standardlänge 10 m  
**ODER**  
115 VAC Versorgungsleitung (Netzkabel): Farbcode: Leiter schwarz, Nullleiter: weiß, Schutzleiter: grün / grün-gelb
- Erdungskabel 10 mm<sup>2</sup> (1-polig, grün-gelb), Standardlänge 2,6 m, für den Erdanschluss (siehe Abbildung 13). Das Erdungskabel muss so kurz wie möglich gehalten werden.



Abbildung 13 Erdungsanschluss am Sockel des Gerätes.

- Datenkabel (RS 485): A (-) Leiter: gelb; B (+) Leiter: grün; RS485 - GND: weiß & braun; Schirmung bei Bedarf: (siehe Abbildung 14); Standardlänge 10 m.



Abbildung 14 RS485 Verbindung zu einem Signalumwandler.

- Datenkabel (LAN): Ausstattung mit einem Standard-RJ45-Stecker, zum Anschluss an einen entfernten Computer, Hub oder Switch, Standardlängen 5 oder 10 m.

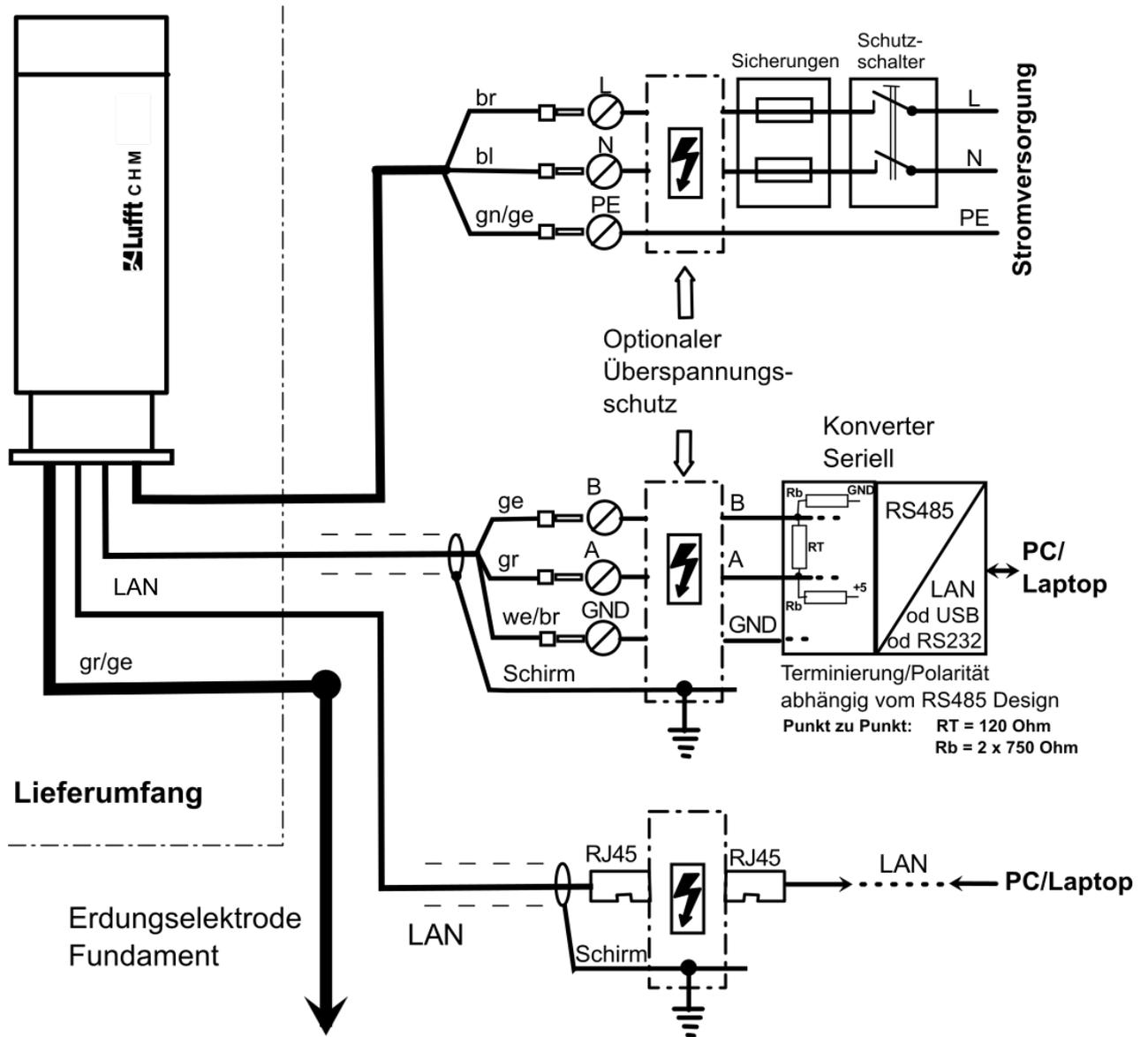


Abbildung 15 Elektrische Installation des CHM 8k.

## 7 Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme

### 7.1 Inbetriebnahme mit der RS485-Verbindung

#### Voraussetzungen:

- Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 8k ist fachgerecht aufgestellt
- Das optionale USV-System ist laut 6.2 eingeschaltet.
- Steuerkabel (RS485), Erdungskabel und Netzkabel (115 VAC or 230 VAC) sind angeschlossen
- Zur Kommunikationsüberprüfung steht ein Terminalprogramm, z. B. HyperTerminal unter Windows, zur Verfügung, das folgendermaßen zur Kommunikation konfiguriert ist:
  - Baudrate: 9.600
  - Datenbits: 8
  - Parität: keine
  - Stoppbits: 1
  - Flusssteuerung: keine

<b>⚠ VORSICHT</b>	
	<p><b>Nach Einschalten der Spannungsversorgung sendet das CHM 8k unsichtbare Laserstrahlung der Klasse 1M aus der Öffnung oben am Gerät aus. Bei Betrachtung von Klasse 1M Strahlung mit optischen Instrumenten kann es zu schweren Augenverletzungen kommen.</b></p> <p>⇒ Auf keinen Fall mit optischen Instrumenten (Fernglas) direkt in den Laserstrahl blicken.</p> <p>⇒ Den direkten Blick in den Laserstrahl vermeiden.</p>

Nachdem das CHM 8k mit Netzspannung versorgt ist, startet es von selbst; das optionale USV-System ist sofort aktiv. Während des Anlaufvorgangs wird ein interner Selbsttest durchgeführt, z. B. starten die Lüfter für mehrere Sekunden. Die Kommunikation mit dem Gerät ist innerhalb von 1 Minute möglich. Das CHM 8k ist nach einer Warmlaufphase von unterschiedlicher Länge - abhängig von den Außentemperaturbedingungen - voll funktionsfähig. Die Zeit bis zur Verfügbarkeit der Messdaten in hoher Qualität kann zwischen 2 Minuten (Warmstart) und einer Stunde (Kaltstart bei -40 °C) liegen.

Das CHM 8k sendet automatisch Standard-Datentelegramme aus, wenn der Startvorgang abgeschlossen ist. Es ist Teil der Standardeinstellung und kann sich bei benutzerspezifischen CHM 8k-Starteinstellungen unterscheiden. Die automatische Ausgabe alle 15 s ist hilfreich, um zu überprüfen, ob die Kommunikation korrekt funktioniert, ohne einen Befehl einzugeben.

Um das Anlaufverhalten wie Abfrage vs. Automode oder das Telegramm, das beim Start verwendet werden soll, zu ändern, siehe Kapitel 8 Kommunikation über RS485 & Ethernet.

#### Testbefehle für die RS485-Kommunikation

Die Kommunikation kann mit diesem Befehl getestet werden (RS485Number = 16 (Standardwert)):

**set<SPACE><RS485Number>:Transfermode=0<CR><LF>**

Mit diesem Befehl wird von Auto- auf Polling-Modus umgestellt. Das Testen im Polling-Modus ist hilfreich, um Unterbrechungen durch automatisch gesendete Telegramme während der Eingabe zu vermeiden. Es stehen 9 Telegrammtypen zur Verfügung:

- Standard-Datentelegramm (Bezeichnung: 1 oder s)
- Erweitertes Datentelegramm (Bezeichnung: 2 oder l)
- Rohdatentelegramm (Bezeichnung: 3 oder a)
- Benutzerdefinierte Telegramme (Bezeichnung: 4, 5, ..., 9)

Kapitel 8 beschreibt die möglichen RS485 Befehle und deren Auswirkungen im Detail. Einige der Befehle für einen Funktionstest des Gerätes und für die Einstellung des Gerätes zu Beginn sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Befehl	Beschreibung	Antwort (verkürzt)
get<SPACE>16:L<CR><LF>	Ausgabe des erweiterten Datentelegramms	siehe 8.3.4
set<SPACE>16:RNO=14<CR><LF>	Setzt RS485Number von 16 auf 14	set 16:RNO=14
set<SPACE>16:Baud=4<CR><LF>	Setzt Baudrate auf 19.200	set 16:Baud=4
set<SPACE>16:dt(s)=15<CR><LF>	Setzt Protokollierungsintervall auf 15 s	set 16:dt(s)=15
get<SPACE>16:Lifetime(h)<CR><LF>	Auslesen des Laser-Betriebsstundenzählers	get 16:Lifetime(h)

Tabelle 4 Befehle für einen Funktionstest.

Nach Abschluss der einfachen Funktionsprüfung des CHM 8k:

- im Pollingbetrieb weiter betreiben oder
- in den automatischen Sendemodus zurücksetzen

**set<SPACE><RS485Number>:Transfermode=1<CR><LF>**

Anmerkung: Dieser Befehl versetzt das Gerät wieder in den automatischen Transmissionsmodus mit Standardtelegramm 1.



### Baudrate bei Rohdatenübertragung

Insbesondere im RS485-Busbetrieb sind die Baudrateneinstellungen zu beachten. Wenn eine Rohdatenübertragung erforderlich ist, kann jedes Telegramm eine Größe von 12 kB haben. Um die Übertragungszeit zwischen zwei 15 s-Telegrammen zu verkürzen, ist die Baudrate auf mindestens 19.200 Baud einzustellen.

## 7.2 Inbetriebnahme mit der LAN-Verbindung

Zusätzlich oder alternativ zur RS485-Verbindung kann auch eine LAN-Verbindung (Ethernet) verwendet werden.

Voraussetzung: Ein angeschlossenes LAN-Kabel (siehe 6.2 Elektrische Installation) oder LAN über DSL Verbindung mit einem DSL Sende- und Empfangsmodem in der Mitte.

**Konfiguration:** 3 separate IP-Adressen sind für die Kommunikation gleichzeitig verfügbar:

1. Eine vorkonfigurierte feste Adresse zum Gerät  
➔ **192.168.100.101, subnet 255.255.255.0**
2. DHCP Server Zuweisung (erfordert einen DHCP Server)
3. Anwenderadresse + Subnet + Gateway,  
siehe Abschnitt 8.7 bezüglich der Konfiguration mit einer LAN / WAN Verbindung zu dem Gerät und 8.2, wenn diese Werte über die RS485 Schnittstelle konfiguriert werden.

Der Benutzer kann die Serviceadresse (1) nicht ändern. Sie ist immer verfügbar und kann als direkte Verbindung zwischen einem Laptop und dem CHM 8k verwendet werden.

Eine der drei IP-Adressen kann zur Kommunikation mit dem Gerät in einen Webbrowser (siehe Abbildung 16) eingegeben werden. Abbildung 21 zeigt die Registerkarte "Config Network" im Internetbrowser Firefox. Das Ändern der Benutzer-IP-Adresse (3) erfordert eine Superuser-Berechtigung in der Registerkarte „Device“.

Das Superuser Passwort ist: 8k-MHC

Das Superuser Passwort kann geändert werden, siehe Abbildung 23.

Das Web-Interface wurde mit folgenden Web-Browsern getestet:

- Microsoft Edge, Firefox, Google Chrome, Apple Safari

In der DHCP Netzwerkumgebung (2) wird das CHM 8k automatisch konfiguriert. Der DHCP-Modus kann ausgeschaltet werden.

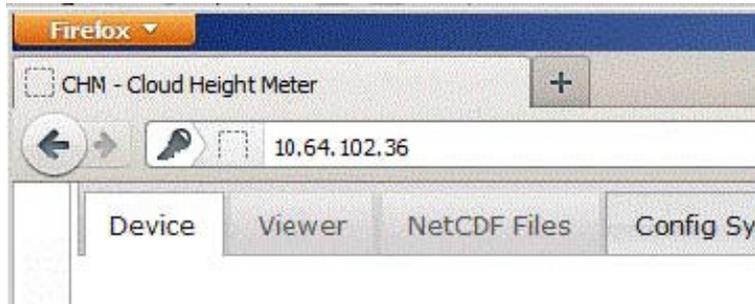


Abbildung 16 Ansicht des Firefox-Browsers mit einer Verbindung mit dem CHM 8k (hier: feste IP-Adresse).

Mit folgendem Befehl ist es möglich über eine RS485 Verbindung die DHCP-Adresse abzufragen:

```
get<SPACE><RS485Number>:IPD<CR><LF>
```

Sofern verfügbar, übermittelt das Gerät die DHCP-Adresse, die in einem zweiten Schritt in einem Webbrowser verwendet werden kann, um eine Verbindung mit dem System über eine LAN-Verbindung herzustellen.

Die Anwender-IP-Adresse wird vom Anwender via RS485 unter Verwendung des Parameters IPS statt IPD abgefragt oder gesetzt, z. B.:

```
get<SPACE><RS485Number>:IPS<CR><LF>
```

```
set<SPACE><RS485Number>:IPS=xxx.xxx.xxx.xxx<CR><LF>
```

### 7.3 Außerbetriebnahme

Fortgeschrittene Nutzer sollten das Gerät vorsichtig mit diesen Schritten von der Stromversorgung trennen:

⇒ Anwender mit Superuser-Berechtigung sollten dafür das Web-Interface nutzen: Als Superuser einloggen und in der Registerkarte „Device“ auf „SHUTDOWN SYSTEM“ drücken

⇒ Benutzer von RS485 können diesen Befehl eingeben:

```
set<SPACE><RS485Number>:SHT<CR><LF>
```

⇒ In beiden Fällen wird das Linux-basierte System ausgeschaltet und Messdaten werden auf der lokalen SD-Karte gespeichert.

Nach dem Soft-Shutdown kann die Hauptstromversorgung ohne die Gefahr von Datenverlust getrennt werden.

Das USV-System darf erst nach vollständiger externer Trennung der Hauptstromversorgung ausgeschaltet werden. Das Ausschalten erfolgt mit der in Kapitel 5 beschriebenen Schalterstellung.

⇒ Zur Deinstallation des CHM 8k und Neuinstallation an einem anderen Ort sind die in den Abschnitten 6.1.2 Aufstellen auf Fundament und 6.2 Elektrische Installation in umgekehrter Reihenfolge durchzuführen.

### 7.4 Entsorgung



#### Entsorgungshinweis

Die Entsorgung des CHM 8k Wolkenhöhenmessers muss den nationalen Vorschriften entsprechen. 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.

## 8 Kommunikation über RS485 & Ethernet

Das CHM 8k unterstützt die Schnittstellen RS485 (siehe Abschnitt 8.2) und Ethernet (siehe Abschnitt 8.7) zur Kommunikation mit dem Gerät. Beide bieten die Möglichkeit der Datenübertragung der Messwerte und der Konfiguration des Gerätes und können gleichzeitig genutzt werden.

Für die Kommunikation über die Ethernet-Schnittstelle ist ein Web-Interface verfügbar. Unabhängig vom Betriebssystem kann auf den Wolkenhöhenmesser über verschiedene Webbrowser zugegriffen werden. Über die Web-Schnittstelle können die in NetCDF Tagesdateien gespeicherten Messdaten auch manuell von der eingebauten SD-Karte heruntergeladen werden (siehe 8.4). Ebenfalls auf dem System implementiert ist ein AFD (ftp) Service (siehe 8.8), der es beispielsweise ermöglicht, Daten in Form von 5-Minuten-Blöcken von NetCDF-Dateien an einen externen FTP-Server zu übertragen.

Die RS485-Kommunikation erfordert ein Terminalprogramm.



### Senden und Empfangen mit RS485

Die RS485-Schnittstelle erlaubt keinen gleichzeitigen Sende- und Empfangsbetrieb (Halbduplexbetrieb). Dementsprechend wird die Schnittstelle intern automatisch umgeschaltet. Daher ist es beim Empfangen eines automatisch gesendeten Datentelegramms (siehe Abschnitte 8.3.3 bis 8.3.5) nicht möglich, andere Befehle zu senden (wie unter 8.1 beschrieben). Ein Indikator für eine laufende Empfangsübertragung sind die eintreffenden Anfangs- und Endkennzeichen <STX> und <EOT>.

### 8.1 Liste der konfigurierbaren Parameter

Tabelle 5 listet die wichtigsten Einstellungen auf. Diese werden in den folgenden Abschnitten erläutert. Um unerwünschte Auswirkungen auf die Funktion des Gerätes zu vermeiden, können einige Optionen nur im Servicemodus (RS485) oder im Superuser- oder Servicebenutzermodus (Ethernet) eingestellt werden, wie z. B. der Gerätename. Tabelle 6 zeigt eine Liste von Parametern mit schreibgeschützten Eigenschaften. Diese Parameter sind teilweise im EEPROM des Messgerätes gespeichert und beeinflussen die Datenauswertung und die Grundeinstellungen des Systems. Die Tabellen enthalten den zulässigen Wertebereich bzw. die maximale Zeichenlänge und den Standardwert der Parameter bei Auslieferung des Gerätes. Text-Parameter, die bei der Eingabe zu lang sind, werden automatisch auf ihre maximale Länge abgeschnitten. Es ist auch gekennzeichnet, wenn der Servicemodus erforderlich ist oder wenn ein Parameter nicht in RS485 und Web-Interface gleichermaßen verfügbar ist.

Parameter	Kurzbefehl RS485	Standardwert	Bereich / Kurzbeschreibung / [maximale Zeichenlänge]
AfdMode*	AFD	0	0; 1, (s)ftp Datentransfer einschalten
Altitude(m)	ALT	0	0 – 9999, Einheit immer in Meter!
ApdControlMode*	ACM	2	0 – 2, APD-Modus, nur ändern, wenn die Funktionsweise bekannt ist
Azimuth	AZT	0	0-360 Grad (x 100) <sup>Web</sup> (z. B. 12.25 <sup>RS485</sup> 1225 <sup>Web</sup> )
Baud	BAU	3	2 – 7 (4.800 – 115.200 Baud)
BaudAfterError*	BAE	3	2 – 7 (4.800 – 115.200 Baud)
BlowerMode	BLM	0	0 – 4
ChmTest*	CHT	0	0; 1
CloudDetectionMode	CDM	3	0 – 3, Umschalten zwischen Algorithmusvarianten (Bit 0 = HLC, Bit 1 = BLC)
Comment	COM		Kommentar, wird auch in der NetCDF-Datei gespeichert [31]
Comment 1 <sup>RS485</sup>	CM1		Zusätzliches Kommentarfeld [31]

Parameter	Kurzbefehl RS485	Standard- wert	Bereich / Kurzbeschreibung / [maximale Zeichenlänge]
Comment 2 <sup>RS485</sup>	CM2		Zusätzliches Kommentarfeld [31]
Comment 3 <sup>RS485</sup>	CM3		Zusätzliches Kommentarfeld [31]
Comment 4 <sup>RS485</sup>	CM4		Zusätzliches Kommentarfeld [31]
Comment 5 <sup>RS485</sup>	CM5		Zusätzliches Kommentarfeld [31]
Comment 6 <sup>RS485</sup>	CM6		Zusätzliches Kommentarfeld [31]
Comment 7 <sup>RS485</sup>	CM7		Zusätzliches Kommentarfeld [31]
DateTime			UTC Time in the format DD.MM.YYYY;hh:mm:ss <sup>RS485</sup> and MMDDhhmmYYYY <sup>Web</sup> (siehe Abbildung 23)
DeviceName*	DVN	CHMyxxxx	Seriennummer des Gerätes [31]
DeviceType*	DVT	0	Umschalten NetCDF-Format
DHCPMode	DHM	1	0;1 DHCP Modus an- / ausschalten
DNSServer	DNS		Setzen / Abfragen der IP-Adresse des DNS- Servers [63]
dt(s) <sup>RS485</sup> LoggingTime <sup>Web</sup>	DTS	15	Protokollierungs- und Berichtintervall: 2 – 600 s
Gateway	GAT	0.0.0.0	Setzen / Abfragen der statischen Gateway-Adresse [15]
HardwareVersion*	HWV		Geräteabhängig, siehe Tabelle 26
HttpPort	HPT	80	Spezifiziert den http Port für Verbindung zum Webinterface des Gerätes
IgnoreChars*	ICH	06	8-bit ASCII Codes [31]
Institution	INS	NN	Institution (Text) [63]
IPAddress	IPS	0.0.0.0	Setzen / Abfragen der statischen IP-Adresse [15]
LanPort	LPT	11000	Port für Telegrammübertragung via Ethernet
LanTelegramNumber	LTN	2	Telegrammformat für Ethernetübertragung (1 – 9), siehe Abschnitt 8.3
LanTransferMode	LTM	1	Kommunikationsmodus für Telegrammüber- tragung via Ethernet (0 = polling, 1 = automatisches Senden)
LaserMode*	LSM	1	Ein- / Ausschalten des Lasers
LaserFrequenceMode*	LFM*	0	0 – 13, Einstellen der Laserwiederholrate
Latitude	LAT	0	-90 bis +90 Grad (x 10 <sup>6</sup> ) <sup>Web</sup> (z. B. 52.430210 <sup>RS485</sup> und 52430210 <sup>Web</sup> ) + ist Grad Nord
Layer	NOL	3	1 – 9, Anzahl der Wolkenschichten

Parameter	Kurzbefehl RS485	Standard- wert	Bereich / Kurzbeschreibung / [maximale Zeichenlänge]
Location	LOC	NN	Alphanumerische Zeichenfolge (max. 31 Zeichen, \ / : * ? " < >   _ # % nicht erlaubt) [31]
Longitude	LON	0	-180 bis +180 Grad ( $\times 10^6$ ) <sup>Web</sup> (z. B. 13.524735 <sup>RS485</sup> and 13524735 <sup>Web</sup> ) + ist Grad Ost
MaxCrosstalkChars*	MCC	5	0 – 1024
NetcdfMode	NCM	1	Kann beim CHM8k nicht verändert werden
NetMask	NMA	0.0.0.0	Setzen / Abfragen der statischen Netmask-Adresse [15]
NtpMode	NTM	1	0; 1 Ein- / Ausschalten ntpd
NtpServer	NTS	0.0.0.0	Setzen / Abfragen NTP Time-Server-Ad- resse [15]
PeltierMode*	PTM	1	0; 1
RangeEnd	RAE	10000	Letzter Distanzwert in einer NetCDF-Datei
RangeHRDim	RHD	32	Anzahl von Datenpunkten im hoch-aufgelös- ten Datenvektor
RangeResolution	RAR	3	Anzahl der 5 m Distanzintervalle für den ge- mittelten NetCDF-Datenvektor
RangeStart	RAS	5	Erster Distanzwert in einer NetCDF-Datei
Reset	RST	0	0; 1 Neustart des CHM (siehe 8.2.4)
ResetPassword*	RSP	0	0; 1; Zurücksetzen auf das Standard-Supe- ruser-Passwort
ResetSettings	RSG	0	0; 1 Zurücksetzen auf Werkseinstellungen, (siehe 8.2.4); Webinterface: „set to factory setting“
RestartNetwork	RSN	0	0; 1 schreibt die neuen Einstellungen in die Konfigurationsdatei und startet das Netz- werk neu
RS485Number	RNO	16	0 – 99 (verwendet mit RS485)
ServiceMode <sup>RS485</sup>	SMO	0	0; 1 schaltet auf den Service-Modus um „kri- tische“ Werte zu ändern
Shutdown	SHT		0; 1 Abschalten des CHM-Systems
Standby	STB	0	0; 1; Standby-Modus mit Standby-Tele- gramm zur Reduzierung des Stromver- brauchs
SystemStatusMode	SSM	1	0; 1 Eskalierender Statuscode wird im Tele- gramm benutzt, wenn auf 1 gesetzt
TimeOutRs485(s)*	TOR	30	5 – 3600
TimeZoneOffsetHours	TZH	0	-12 .... 12 Stunden, z. B. CET ist +1, wird zur Steuerung der Scheibenlüftung verwen- det

Parameter	Kurzbe- fehl RS485	Standard- wert	Bereich / Kurzbeschreibung / [maximale Zeichenlänge]
TransferMode	TMO	1	0 – 9, siehe Abschnitt 8.3
TransferModeAfterEr- ror*	TME	1	0 – 9
ToggleMainboardFan*	TMF	0	0; 1 0 = automatisch (temperaturabhängig) 1 = an für 10 Minuten, dann wieder aus
UAPD*			Geräteabhängig in mV (z. B. 172000)
Unit(m/ft)	UNT	m bzw. 0	m; ft <sup>RS485</sup> bzw. 0, 1 <sup>Web</sup>
UseAltitude	UAL	0	0; 1
WIGOSStationID	WSI		Setzen / Abfragen des WIGOS Station Identifier [31]
WMOStationCode	WSC		Setzen / Abfragen des WMO Station Codes
Zenith	ZET	0	0 - 90 Grad (x 100) <sup>Web</sup> (z. B. 10.25 <sup>RS485</sup> und 1025 <sup>Web</sup> ) 0° ist vertikal

Tabelle 5 Liste der konfigurierbaren Geräteparameter;

\* kann im Service-Modus gesetzt werden  
<sup>Web</sup> Format für Webinterface oder nur im Webinterface verfügbar  
<sup>RS485</sup> Format für RS485 oder nur für RS485 verfügbar.

Parameter	Kurz- befehl RS485	Standard- wert	Beschreibung
APDBreakdown	UBR		Geräteabhängig (z. B. 172000)
ApdTempGradient	TCO		Geräteabhängig (z. B. 1090 mV/K)
IPDhcp	IPD		IP-Adresse DHCP
LifeTime(h)	LIT		Anzahl der Betriebsstunden des Lasers
Parameters <sup>RS485</sup>			Liefert eine Liste aller Parameter, die im RS485-Modus verfügbar sind
SerLOM	LOM	TUByxxxx	Seriennummer der Messeinheit (LOM) [15]
SystemLifeTime(h)	SLT		Gesamtzahl aller Betriebsstunden des CHM-Systems
TBCalibration	TBC		Skalierungsfaktor gegenüber der Referenz
VersionFirmware	VFI		Firmware-Version (Datenverarbeitung und Handhabung)
VersionFPGA	VFP		Firmware FPGA
VersionLinux	VLI		Betriebssystem-Version

Tabelle 6 Liste der nur lesbaren Parameter, die über RS485 verfügbar sind;  
<sup>RS485</sup> nur für RS485 verfügbar.

## Erläuterungen zu Tabelle 5

**AFDMode:** Ein-/ Ausschalten des erweiterten Dateiverteilsystems via LAN / WAN / DSL, siehe <http://www.dwd.de/AFD/> für weitere Informationen oder Abschnitt 8.8 AFD-Modus.

**Altitude(m):** Angabe der Höhe des Standortes über NN in Metern. In NetCDF-Dateien wird der Parameter CHO (Wolkenuntergrenze Offset) verwendet. Er kombiniert logisch die Variablen Altitude und UseAltitude.

**Azimuth:** Angabe des Horizontalwinkels in Grad.

**Baud:** Änderung der Baudrate (siehe 8.2.3 Baudratenänderung).

**BaudAfterError:** Standard-Baudrate nach Kommunikationsfehler (siehe 8.2.3 Baudratenänderung).

**BlowerMode:** Dient zum Testen der Fensterlüfter und zum Umschalten in verschiedene Betriebsarten. Modus 2: "rest at night" funktioniert nur dann richtig, wenn auch der Parameter TimeZoneOffsetHours korrekt eingestellt ist. 0 = stündliche Kontrolle und wetterabhängig, 1 = keine stündliche Kontrolle von 22:00 bis 06:00 Uhr, 2 = aus von 22:00 bis 06:00 Uhr, 3 = immer ein, 4 = immer aus.

**DataTime:** Einstellen von Datum und Uhrzeit (siehe 8.3.6 Weitere Datentelegramme).

**dt(s):** Anmeldezeit (im Automatikbetrieb identisch mit der Berichtszeit) Eine Verringerung der zeitlichen Auflösung (entspricht einer Erhöhung von dt) führt zu einer zeitlichen Mittlung über mehr Photonenpulse (Schüsse) und damit zu einer Verbesserung des Signal-/Rauschverhältnisses. Eine Erhöhung um den Faktor n führt zu einer Verbesserung um den Faktor Wurzel n. Es werden alle Rohdaten, die sich im Zeitfenster dt(s) befinden, zur Auswertung hinzugezogen. Eine Einzeldatenselektierung findet nicht statt.

**DeviceName:** Gerätebezeichnung (CHM) kombiniert mit der Seriennummer des Gerätes, z. B. CHM178001.

**IgnoreChars:** Spezifische zweistellige HEX-Codes, z.B. "06" entspricht <ack>; können zu einer Liste von Zeichen hinzugefügt werden, die nicht vom CHM 8k-Gerät ausgewertet werden sollen.

**Institution:** Institution oder Firma.

**Lasermode:** Schaltet den Laser ein / aus, hilfreiche Option für Tests.

**LaserFrequencyMode:** Verändert die Laserwiederholrate (LF). Die Zuordnung von LaserFrequencyMode zu Laserwiederholrate in Hz ist wie folgt festgelegt:

0 = 8000,0	5 = 7874,0	10 = 7974,5
1 = 7824,7	6 = 7886,4	11 = 7987,2
2 = 7837,0	7 = 7898,9	12 = 8000,0
3 = 7849,3	8 = 7923,9	13 = 8025,7
4 = 7861,6	9 = 7961,8	

**Latitude:** Breitengrad des Ortes, dezimal, Beispiel Berlin: 52,51833 (entspricht 52° 31' 6" N).

**Layer (Number of Layers):** Anzahl der im erweiterten Telegramm und NetCDF-Datei dargestellten Wolkenschichten.

**Lifetime(h):** Abfrage der Betriebsstunden des Lasers.

**Location:** Setzen / Abfragen des Einsatzortes des Geräts. Der Name des Gerätes ist beschränkt auf maximal 31 Zeichen, \ / : \* ? " < > | \_ # % sind nicht erlaubt.

**Longitude:** Längengrad des Ortes, dezimal, Orientierung nach Osten positiv, Beispiel Berlin: 13,40833 (entspricht 13° 24' 30" E).

**MaxCrossTalkChars:** Die Anzahl der Zeichen, die das CHM 8k innerhalb des Zeitintervalls "TimeoutRS485(s)" ignoriert, wenn es nicht mit <EOT> (04 HEX), <CR> (0D HEX), <LF> (0A HEX) endet. Der Parameter ist implementiert, um zu verhindern, dass der Wolkenhöhenmesser aufgrund von Störungen auf instabilen Kommunikationsleitungen in seine Standard-Baudrate zurückfällt.

**Parameters:** Abfrage der vollständigen Parameterliste.

**RS485Number:** Bezeichnet die Identifikationsnummer in einem Bussystem, die erforderlich ist, um über eine Datenschnittstelle ein bestimmtes Gerät zu wählen. Zusätzlich reagiert jedes Gerät auf die universelle Identifikationsnummer 99.

**Standby:** Schaltet Laser, Heizung und Lüfter ab.

**SystemStatusMode:** Definiert die Status-Code-Variante, die in den Datentelegrammen verwendet werden soll. 0 = normal, 1 = eskalierend. Siehe Abschnitt 8.5.

**TimeOutRS485(s):** Setzen eines Zeitintervalls für MaxCrossTalkChars und BaudAfterError (Standard 30 s).

**Time Zone offset hours:** Muss eingestellt werden, um die lokale Nachtzeit zu korrigieren, z.B. um nachts die Lüfter auszuschalten. Das System selbst arbeitet in UTC-Zeit.

**TransferMode:** Siehe 8.3.1 Pollingbetrieb bis 8.3.5 Rohdatentelegramm.

**Unit(m/ft):** Angabe der Zielgrößen in Meter (m) oder Fuß (ft).

**UseAltitude:** Einbeziehung von Altitude(m) in die Datenausgabe. Ein Eintrag für die Altitude von z. B. 60 m erhöht die ausgegebene Höhe der Wolkenuntergrenze um 60 m, wenn UseAltitude 1 (true) ist.

**Zenith:** Angabe des Vertikalwinkels in Grad, der Sky-Condition-Algorithmus (SCA) verwendet diesen Winkel zur Berechnung der tatsächlichen Höhe der Wolkenuntergrenze.

## 8.2 Gerätekonfiguration mit RS485

Der Anwender kann über die RS485-Schnittstelle Einstellungen ändern:

- zur Steuerung der Messvorgänge
- zur Konfiguration der Kommunikationsschnittstellen.

### 8.2.1 Auslesen eines Parameters

Auslesen eines Parameters geschieht über den Befehl:

**get<SPACE><RS485Number>:<ParameterName><CR><LF>**

Sofern <ParameterName> eine gültige Bezeichnung gemäß Tabelle 5 oder Tabelle 6 enthält, wird der Wert über

**<STX>get<SPACE><Device>:<ParameterName>=<Wert>;<ASCIIzweierkomplement><CR><LF><EOT>**

geliefert.

Beispiel mit der Standard-RS485Number 16 und dem Gerätenamen CHM198001:  
Mit dem kurzen Befehl

**get 16: DVN<CR><LF>**

wird die Geräteseriennummer abgefragt und man erhält z. B. die Antwort

**<STX>get 16:DeviceName=CHM198001;8E<CR><LF><EOT>**

Jedes der nicht druckbaren Zeichen <STX>, <CR>, <LF> und <EOT> steht für ein Byte mit den Hexadezimalcodes 02, 0D, 0A und 04. Die Zeichen 3F stellen die Prüfsumme des Zweierkomplements dar, das über die gesamte Antwortzeile gebildet wird, mit Ausnahme dieser beiden Zeichen (3F) gemäß den Protokollantwortformaten (siehe Abschnitte 8.3.3 bis 8.3.5).

### 8.2.2 Setzen eines Parameters

Ein Konfigurationsparameter wird geändert mit dem Befehl:

**set<SPACE><RS485Number>:<ParameterName>=<Value><CR><LF>**

Eine erfolgreiche Änderung wird bestätigt über:

**<STX>set<SPACE><RS485Number>:<ParameterName>=<Value\*>;<ASCIITwo'sComplement><CR><LF><EOT>**

Wenn <value> im Abfragebefehl innerhalb der Grenzen des zulässigen Wertebereichs liegt, entspricht auch der neu eingestellte Wert <value\*> diesem Parameter. Sind die Werte zu klein (zu groß), wird das Minimum (Maximum) des zulässigen Bereichs verwendet. Alphanumerische Werte <value>, die die maximale Länge des Parameters überschreiten, werden automatisch auf die maximale Länge abgeschnitten.

Beispiel mit RS485Number = 16:  
Mit dem Befehl

**set 16:Unit(m/ft)=ft<CR><LF>**

oder in Kurzform

**set 16:UNT=ft<CR><LF>**

wird die Maßeinheit aller Höhenangaben in den Protokollantworten vom Standard Meter (m) in Fuß (ft) umgestellt. Da Unit(m/ft) zu den änderbaren Parametern gehört, sollte mit

**<STX>set 16:Unit(m/ft)=ft;2A<CR><LF><EOT>**

bestätigt werden. Der Wert 2A ist die Prüfsumme der Antwortzeile.

Im folgenden Beispiel wird das Verhalten beim Setzen des Location-Parameters mit einem 37 Zeichen langen Wert beschrieben. Es wird wieder die RS485-Number 16 verwendet. Die Anfrage

**set 16:Location=1234567890123456789012345678901234567<CR><LF>**

wird mit

**<STX>set 16:Location=1234567890123456789012345678901;CD<STX>**

quittiert. Die zu setzende Location wurde auf 31 Zeichen gekürzt und dieser im System gespeicherte Wert als Antwort zurückgegeben.

### 8.2.3 Baudratenänderung

Eine Besonderheit stellt die Änderung der Baudrate dar. Die Änderung erfolgt wie in Abschnitt 8.2.2 beschrieben. So wird mit

**set<SPACE><RS485Number>:Baud=4<CR><LF>**

die Baudrate Nr. 4 (das entspricht 19200 Bit/s) gesetzt.

Der Zusammenhang zwischen Baudraten-Nr. und Baudrate wird in Tabelle 7 gezeigt.

Baudrate #	Baudrate [bit/s]
(0)	(1200)
(1)	(2400)
2	4800
3	9600
4	19200
5	38400
6	57600
7	115200

Tabelle 7 Zusammenhang zwischen Baudratenummer und Baudrate.

Die Baudraten 0 und 1 sind nicht innerhalb des Zeitlimits spezifiziert. Nach dem Senden eines Set-Befehls wird die Schnittstelle sofort auf die neue Baudrate eingestellt. Eine falsch eingestellte Baudrate führt nachträglich zu Übertragungsfehlern und würde einen normalen Reset aufgrund mangelnder Kommunikationsfähigkeit unmöglich machen.

Nach Ablauf des in **TimeOutRS485** angegebenen Zeitintervalls (Standardwert: 30 s) wird die falsche Baudrate auf die im Parameter **BaudAfterError** definierte Baudrate zurückgesetzt. Damit ist gewährleistet, dass der Benutzer nach dieser Wartezeit wieder die Kontrolle über das Gerät erlangen kann. Der Standardwert von **BaudAfterError** ist 3, was 9600 Bit / Sekunde entspricht. Der Standardwert sollte auch vom Anwender geändert werden, wenn immer eine Baudrate von z. B. 19200 verwendet wird.

### 8.2.4 Neustart des Embedded Linux-Systems / Werkseinstellungen

Mit dem Befehl

```
set<SPACE><RS485Number>:Reset=1<CR><LF>
```

wird das CHM 8k angewiesen, unmittelbar einen Neustart auszuführen. Dieser Neustart dauert weniger als eine Minute. Während dieser Zeit ist keine Kommunikation mit dem CHM 8k möglich; ebenso entfällt eine laufende automatische Telegrammausgabe.

Mit dem Befehl

```
set<SPACE><RS485Number>:ResetSettings=1<CR><LF>
```

werden alle Parameter auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt.

Der Befehl RSN startet das Netzwerk neu. Ein Neustart ist immer dann notwendig, wenn die Netzwerkeinstellungen wie IP-Adresse, DHCP-Mode, etc. geändert wurden. Die neuen Netzwerkeinstellungen werden erst nach Eingabe der Befehle RSN oder RST verwendet.

```
set<SPACE><RS485Number>:RSN=1<CR><LF>
```

### 8.2.5 Ändern der Zeiteinstellungen

```
set<SPACE><RS485Number>:dt(s)=30<CR><LF>
```

Die Anmelde- und Berichtszeit ist auf 30 Sekunden eingestellt. Die interne Messzeit ist immer auf eine Sekunde gesetzt. Die Anmelde- und Berichtszeit muss ein Vielfaches einer Sekunde sein.

Mit dem Befehl

```
set<SPACE><RS485Number>:DateTime=DD.MM.YYYY;hh:mm:ss<CR><LF>
```

werden Datum und Uhrzeit des internen PC umgestellt. Dabei sind DD = Tag, MM = Monat und YYYY = Jahr, hh = Stunde, mm = Minute und ss = Sekunde nach Zeitzone GMT (Greenwich Mean Time).

Beispiel mit RS485Number = 16:

```
set<SPACE>16:DateTime=13.04.2006;17:22:46<CR><LF>
```

stellt das Datum auf den 13.04.2006 und die Uhrzeit 17:22:46 GMT ein.

## 8.3 Datenabfrage RS485

Das CHM 8k befindet sich im laufenden Betrieb in einem der Transfermodi aus Tabelle 8.

Transfermodus	Bedeutung
0	Datentelegramme werden nur auf konkrete Abfrage ausgegeben
1	Automatische Ausgabe des Standarddatentelegramms
2	Automatische Ausgabe des erweiterten Datentelegramms
3	Automatische Ausgabe des Rohdatentelegramms
4 ... 9	Automatische Ausgabe weiterer vordefinierter Datentelegramme

Tabelle 8 Übersicht der verfügbaren Transfermodi.

Änderungen des Transfermodus sind mit dem Set-Befehl

```
set<SPACE><RS485Number>:TMO=<Transfermodus >
```

wie in Abschnitt 8.2.2 Setzen eines Parameters beschrieben oder durch Direkteingabe im Web-Interface möglich.

So wird mit

```
set<SPACE>16:TransferMode=1<CR><LF>
```

für Gerät mit RS485-Nummer 16 die bei Auslieferung gültige Standardeinstellung (automatische Ausgabe des Standarddatentelegramms) aktiviert.

### 8.3.1 Polling-Betrieb

Mit dem Befehl

**set<SPACE><RS485Number>:TransferMode=0<CR><LF>**

wird der Polling-Betrieb eingestellt und damit eine eventuell vorher laufende automatische Telegrammausgabe ausgestellt. Mit den drei Befehlen

**get<SPACE><RS485Number>:S<CR><LF>**

**get<SPACE><RS485Number>:L<CR><LF>**

**get<SPACE><RS485Number>:A<CR><LF>**

werden Standarddatentelegramm (S), erweitertes Datentelegramm (L) bzw. Rohdatentelegramm (A) einmalig abgerufen. Zum Format des jeweiligen Datentelegramms siehe Abschnitt 8.3.3 bis 8.3.5 (Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 13).



#### Zusätzliche Telegramme

Die neue Hardware des CHM 8k unterstützt weitere Anwendertelegramme. Zusätzlich zu den Zeichen {S, L, A} werden auch Zahlen unterstützt. Mit S=1, L= 2, A=3 sind die ersten drei Zahlen vordefiniert

### 8.3.2 Automatischer Ausgabemodus

Mit dem Befehl

**set<SPACE><RS485Number>:TransferMode=1<CR><LF>**

wird der Automatikmodus mit einer Standardtelegrammausgabe eingestellt. Außerdem wird die Wiederholrate von der Variablen dt(s) bestimmt, die standardmäßig auf 15 Sekunden eingestellt ist. Tabelle 9 enthält das Format des Standard-Datentelegramms.

Die Ausgabe des erweiterten Datentelegramms erfolgt mit dem Befehl

**set<SPACE><RS485Number>:TransferMode=2<CR><LF>**

Tabelle 10 enthält das Format des erweiterten Datentelegramms.

Die Ausgabe des Rohdatentelegramms erfolgt über nachstehenden Befehl:

**set<SPACE><RS485Number>:TransferMode=3<CR><LF>**

Tabelle 13 enthält das Format des Rohdatentelegramms.



#### Transfermodi 4 ... 9

Die Transfermodi 4 ... 9 sind weitere vordefinierte Telegramme.

### 8.3.3 Standarddatentelegramm

Das Standarddatentelegramm besteht aus 96 Bytes. Die Daten werden mit Leerzeichen getrennt (20 HEX). Tabelle 9 zeigt die genaue Struktur der Zeichenkette für das Nachrichtenformat an.

Byte	Wert	Beschreibung
0	<STX>	02 HEX
1	X	
2	1	
3, 4	TA	
5	<SPACE>	20 HEX
6	8	
7	<SPACE>	20 HEX
8-10	***	Ausgabeintervall [s]

Byte	Wert	Beschreibung
11	<SPACE>	20 HEX
12-19	** ** *	Datum (DD.MM.YY)
20	<SPACE>	20 HEX
21-25	** **	Uhrzeit (hh:mm)
26	<SPACE>	20 HEX
27-31	*****	1. Wolkenschicht
32	<SPACE>	20 HEX
33-37	*****	2. Wolkenschicht
38	<SPACE>	20 HEX
39-43	*****	3. Wolkenschicht
44	<SPACE>	20 HEX
45-48	****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 1. Wolkenschicht
49	<SPACE>	20 HEX
50-53	****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 2. Wolkenschicht
54	<SPACE>	20 HEX
55-58	****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 3. Wolkenschicht
59	<SPACE>	20 HEX
60-64	*****	Vertikalsichtweite
65	<SPACE>	20 HEX
66-70	*****	Maximaler Detektionsbereich
71	<SPACE>	20 HEX
72-75	****	Wolkenhöhenoffset (Null oder Altitude, in Abhängigkeit von usealtitude)
76	<SPACE>	20 HEX
77, 78	**	Einheit (ft/m), ft oder m<SPACE>
79	<SPACE>	20 HEX
80, 81	**	Niederschlagindex
82	<SPACE>	20 HEX
83-90	*****	Systemstatus: 32 Bit-Statuscode
91	<SPACE>	20 HEX
92, 93	**	Prüfsumme (im Hex-Code ausgedrücktes Zweierkomplement der Summe der Bytes 0 bis 96 ausschließlich Bytes 92 und 93)
94	<CR>	0D HEX
95	<LF>	0A HEX
96	<EOT>	04 HEX

Tabelle 9 Format des Standardtelegramms; \* = beliebiges Zeichen.

Bis zu drei Wolkenschichten werden im Standardtelegramm angegeben. Werden weniger als drei Wolkenhöhen erkannt, erscheint in den übrigen Feldern die Meldung **NODET**. Werden keine Wolkeneindringtiefen ermittelt, erscheint in den entsprechenden Feldern die Meldung **NODT**.

In die Felder wird auch ein **NODET**-Wert eingetragen, wenn der Algorithmus die folgenden Werte nicht berechnen kann:

- Sichtweite
- Maximaler Detektionsbereich

Für Werte, die die vorgegebene Feldlänge überschreiten, zum Beispiel "12345" für ein vierstelliges Feld, wird das Feld mit "?" gefüllt. Mit Ausnahme der Werte der Wolkeneindringtiefe, diese werden bei Überlänge als "9999" dargestellt.

Können die Werte aufgrund eines Gerätefehlers nicht ermittelt werden, werden diese Felder mit einem Minuszeichen "-" oder einem Schrägstrich "/" gefüllt (siehe Abschnitt 8.4.5). Detaillierte Informationen zur Art des Gerätefehlers finden Sie in den Statuscodes (siehe Abschnitt 8.5).



### Korrektur der gemessenen Wolkenhöhe

Die Wolkenhöhe wird in der Regel von der Unterseite des Gerätes aus gemessen. Mit dem Parameter "usealtitude" kann gesteuert werden, ob die Wolkenhöhen um den im Parameter "altitude(m)" angegebenen Wert korrigiert werden soll. Wenn "usealtitude" auf 1 gesetzt ist, wird also anstelle der relativen Höhenachse eine absolute Höhenachse verwendet. Der verwendete Korrekturwert (Null oder "altitude(m)") wird mit „Wolkenhöhenoffset“ bezeichnet. Er wird in den Telegrammen 1 bis 5 ausgegeben und in den NetCDF-Daten in der Variable CHO.

#### 8.3.4 Erweitertes Datentelegramm

Das erweiterte Datentelegramm besteht aus 240 Bytes, wenn der Standardwert für die Anzahl der ausgegebenen Wolkenschichten gewählt ist, siehe Tabelle 10. Die Anzahl der Wolkenschichten wird im Parameter "Layer (NoL)" angegeben, siehe Tabelle 5. Im erweiterten Datentelegramm wird anstelle des Leerzeichens (20 HEX) ein Semikolon (3B HEX) als Separator verwendet.

Byte	Wert	Beschreibung
0	<STX>	02 HEX
1	X	
2	1	
3, 4	TA	
5	;	3B HEX
6	8	
7	;	3B HEX
8-10	***	Ausgabeintervall [s]
11	;	3B HEX
12-19	** ** **	Datum (DD.MM.YY)
20	;	3B HEX
21-28	***.**.**	Uhrzeit (hh:mm:ss)
29	;	3B HEX
30	*	Anzahl der Schichten
31	;	3B HEX
32-36	*****	1. Wolkenschicht (CBH)
37	;	3B HEX
38-42	*****	2. Wolkenschicht (CBH)
43	;	3B HEX
44-48	*****	3. Wolkenschicht (CBH)
49	;	3B HEX
50-54	*****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 1. Wolkenschicht (CPD), ACHTUNG: Erweiterung auf 5 Stellen
55	;	3B HEX
56-60	*****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 2. Wolkenschicht (CPD), ACHTUNG: Erweiterung auf 5 Stellen
61	;	3B HEX
62-66	*****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 3. Wolkenschicht (CPD), ACHTUNG: Erweiterung auf 5 Stellen
67	;	3B HEX
68-72	*****	Vertikalsichtweite (VOR)
73	;	3B HEX
74-78	*****	Maximaler Detektionsbereich (MXD)
79	;	3B HEX
80-83	****	Wolkenhöhenoffset (CHO)
84	;	3B HEX

Byte	Wert	Beschreibung
85-86	m	Einheit (ft/m), ft oder m<SPACE>
87	;	3B HEX
88-89	**	Precipitation index / Sky condition index (SCI)
90	;	3B HEX
91-98	*****	Systemstatus: 32 Bit-Statuscode
99	;	3B HEX
100-101	**	RS485 Identifikationsnummer CHM 8k im RS485 Bus-System, Fehler ist 16
102	;	3B HEX
103-111	CHMYynnn	Gerätename (FabName) (YY für Jahr, nnnn für laufende Nummer)
112	;	3B HEX
113-117	*****	Standardabweichung 1. Wolkenschicht (CBE)
118	;	3B HEX
119-123	*****	Standardabweichung 2. Wolkenschicht (CBE)
124	;	3B HEX
125-129	*****	Standardabweichung 3. Wolkenschicht (CBE)
130	;	3B HEX
131-134	****	Standardabweichung Eindringtiefe des Laserstrahls in die 1. Wolkenschicht (CDE)
135	;	3B HEX
136-139	****	Standardabweichung Eindringtiefe des Laserstrahls in die 2. Wolkenschicht (CDE)
140	;	3B HEX
141-144	****	Standardabweichung Eindringtiefe des Laserstrahls in die 3. Wolkenschicht (CDE)
145	;	3B HEX
146-150	*****	Standardabweichung Vertikalsichtweite (VOE)
151	;	3B HEX
152-155	****	Software-Version FPGA
156	;	3B HEX
157-160	****	Software-Version für Signalverarbeitung OMAP
161	;	3B HEX
162-163	**	Systemstatus: „OK“ oder „ER“
164	;	3B HEX
165-168	****	Außentemperatur (Kelvin x 10)
169	;	3B HEX
170-173	****	Innentemperatur (Kelvin x 10)
174	;	3B HEX
175-178	****	Detektor-Temperatur (Kelvin x 10)
179	;	3B HEX
180-183	****	Detektor-Regelspannung
184	;	3B HEX
185-188	****	Testpulshöhe
189	;	3B HEX
190-195	*****	Laserlaufzeit (h)
196	;	3B HEX
197-199	***	Scheibenstatus
200	;	3B HEX
201-205	*****	Laserwiederholrate (PRF) (5 Stellen)

Byte	Wert	Beschreibung
206	;	3B HEX
207-209	***	Status Empfänger
210	;	3B HEX
211-213	***	Status Laser
214	;	3B HEX
215-219	*****	Aerosolschicht 1
220	;	3B HEX
221-225	*****	Aerosolschicht 2
226	;	3B HEX
227	*	Qualitätsindex Aerosolschicht 1
228	;	3B HEX
229	*	Qualitätsindex Aerosolschicht 2
230	;	3B HEX
231	*	BCC; Basis Bewölkung
232	;	3B HEX
233	*	TCC; Gesamtbewölkung
234	;	3B HEX
235-236	**	Prüfsumme (Zweierkomplement der Summe der Bytes 0 bis 239 ausgedrückt im HEX-Code ausschließlich Bytes 235 und 236)
237	<CR>	0D HEX
238	<LF>	0A HEX
239	<EOT>	04 HEX

Tabelle 10 Format des erweiterten Datentelegramms (siehe auch Tabelle 10); \* = beliebiges Zeichen.

Bei den angeführten Standardabweichungen der einzelnen Größen kommen die gleichen Ausnahmewerte "NODET/NODT/---", "?" bzw. "9999" bei Überlänge der Abweichung der Eindringtiefe zum Tragen wie bei den entsprechenden Grundgrößen (siehe 8.3.3 Standarddatentelegramm und Abschnitt 8.4.5).



### Weitere Systemparameter

Die Systemparameter zur Datenauswertung, u. a. Eindringtiefe, werden in Kapitel 9 Datenauswertung / Sky Condition Algorithm (SCA) erläutert.

Bezeichnung	Beschreibung
Außentemperatur	Die gemessene Außentemperatur an der Geräteunterseite. Die Messwerte werden in Kelvin x 10 angezeigt. Fehlertoleranz $\pm 5$ K
Innentemperatur	Gemessene Temperatur am Sensor. Die Messwerte werden in Kelvin x 10 angezeigt. Fehlertoleranz $\pm 2$ K
Detektor-Temperatur	Gemessene Temperatur am Sensor. Die Messwerte werden in Kelvin x 10 angezeigt. Fehlertoleranz $\pm 2$ K
NN1	Unbelegt
NN2	Unbelegt
Laser-Betriebszeit (h)	Betriebszeit des Lasers in Stunden
Scheibenstatus	Verschmutzungsgrad der Glasscheibe in Prozent 100 = klare Sicht, 0 = undurchsichtig
Laserwiederholrate	Anzahl der Laserimpulse im Messintervall (7-stellig)

Status Empfänger	Bewertung des Status des optischen Weges und des Empfängers 100 = maximale Empfindlichkeit 0 = keine Empfindlichkeit mehr
Status Laser	Bewertung der Lebensdauer und Stabilität des Lasers

Tabelle 11 Bezeichnungen im erweiterten Datentelegramm.

### 8.3.5 Rohdatentelegramm

Die Rohdaten werden im NetCDF-Format ausgegeben (Beschreibung siehe 8.4 Aufbau des NetCDF-Form). NetCDF ist ein Binärformat. Für eine Übertragung über RS485/ RS232 ist eine Übertragung in einen 7-Bit-ASCII-Code (Bereich 21 bis 60 HEX) mit UUencode erforderlich um Sonderzeichen wie <STX> oder <EOT> auszulesen.

Die NetCDF-Datei eines Rohdatensatzes ist ca. 14 KByte groß. Durch die UUencode-Umsetzung werden daraus 20 KByte ASCII-Daten, die zu übertragen sind. Bei einer Baudrate von 9600 bit/s dauert die Übertragung ca. 16 Sekunden, so dass für die automatische Ausgabe des Rohdatentelegramms folgende zusätzliche Einschränkungen laut Tabelle 12 bestehen.

Baudraten-Nr.	Baudrate [bit/s]	Protokollierungszeitintervall [dt(s)]
0	1200	nicht möglich
1	2400	nicht möglich
2	4800	≥ 40 s
3	9600	≥ 20 s
4	19200	≥ 10 s
5	38400	≥ 5 s
6	57600	keine weiteren Einschränkungen
7	115200	keine weiteren Einschränkungen

Tabelle 12 Baudrate - Beschränkungen des Protokollierungsintervalls.

Tabelle 13 beschreibt den Aufbau der zusätzlichen Daten des Rohdatentelegramms.

Byte	Wert	Beschreibung
0-238		Exakt wie im erweiterten Datentelegramm (für 3 Wolkenschichten)
239	<CR>	0D HEX
240	<LF>	0A HEX
241-(eeee-5)		Rohdaten im ASCII-Format (UUencode)
eeee-4 eeee-3	**	Prüfsumme (im Hex-Code ausgedrücktes Zweierkomplement der Summe der Bytes 0 bis eeee, ausschließlich Bytes eeee-4 und eeee-3)
eeee-2	<CR>	0D HEX
eeee-1	<LF>	0A HEX
eeee	<EOT>	04 HEX

Tabelle 13 Format des Rohdatentelegramms; \* = beliebiges Zeichen.

Die Zeilen mit den Rohdaten haben gemäß UUencode-Standard folgenden Aufbau:

1. Zeile:  
begin 644 YYYYMMDDhhmmss\_[Ort]\_[Geräteerkennung].nc<CR><LF>
2. Zeile:  
M\*\*\*\*\*<CR><LF>
3. Zeile:  
M\*\*\*\*\*<CR><LF>
- ...
- (n-2)-te Zeile:

```
M*****<CR><LF>
(n-1)-te Zeile:
E***** ***<CR><LF>
n-te Zeile:
end<CR><LF>
```

Das Zeichen \* steht für ein UUencode-ASCII-Zeichen im Bereich HEX 21-60.  
 Das "M" (HEX 4D) zu Beginn der Datenzeilen steht für die ebenfalls UUencodierte Anzahl der Datenbytes in dieser Zeile:  
 - 4D entspricht dekodiert der Zahl HEX 2D = 45 dezimal.

Diese 45 Bytes werden gemäß 4/3-UUencode-Umsetzung in 60 ( $60 = 45/3 \times 4$ ) ASCII-Zeichen kodiert, die "M" folgen. Eine Ausnahme bildet die letzte Zeile, da dort die letzten Bytes kodiert werden, die im Allgemeinen weniger als 45 sein werden.

Im o. g. Beispiel steht "E" (HEX 45, dekodiert HEX 25 = 37 dezimal), also folgen noch 37 Bytes Rohdaten, die durch die 4/3-Kodierung aber (auf ein Vielfaches von 4 Zeichen aufgerundet) 52 ( $52 = (37/3 \text{ gerundet}) \times 4$ ) ASCII-Zeichen einnehmen.

Die letzte Zeile mit "end" kennzeichnet den Abschluss der UUencode-Daten.

Beispiel für den in der 1. Zeile stehenden Dateinamen

**YYYYMMDDhhmmss\_ [Ort]\_[Geräteerkennung].nc**

ist z. B. 20190108123730\_Berlin\_CHM198001.nc (siehe auch 8.4.3 Dateinamen)

Dies bedeutet:

Gerät CHM198001 in Berlin, Daten vom 08.01.2019, 12:37:30.

### 8.3.6 Weitere Datentelegramme

Die Struktur der Datentelegramme ist in einer Datei „telegramformat.xml“ definiert. Diese kann über das Web-Interface im Superuser-Modus heruntergeladen und modifiziert wieder hochgeladen werden. Bitte Hinweis auf Seite 56 am Ende von Abschnitt 8.7.3 beachten.

In der Firmware sind bereits einige Benutzertelegramme vordefiniert:

- Telegramm 4: Telegramm 2 + Lüfter- und Heizungsstatus + 8 Kommentarfelder (COM bis CM7). Die Länge des Telegramms ist nun variabel, da die Kommentare nur ihrer Länge entsprechend Platz einnehmen.
- Telegramm 5: Telegramm 1 + Lüfter und Heizungsstatus
- Telegramm 6: CL31 Datentelegramm 1 von Vaisala
- Telegramm 7: CL31 Datentelegramm 2 von Vaisala
- Telegramm 8: CT25k Datentelegramm 1 von Vaisala
- Telegramm 9: CT25k Datentelegramm 6 von Vaisala

Für die vordefinierten Benutzertelegramme ist eine gesonderte Beschreibung erhältlich. Diese Telegramme können sich ändern.

## 8.4 Aufbau des NetCDF-Formates

### 8.4.1 Allgemeines

Der Wolkenhöhenmesser speichert alle gemessenen Rückstreuprofile in einer Tagesdatei im NetCDF-Format (Network Common Data File). Die Speicherkapazität der internen 8 GB SD-Karte ermöglicht es, Dateien ca. ein Jahr lang aufzubewahren. Der Zugriff auf die Dateien erfolgt über eine Weboberfläche (LAN-Verbindung). In einem Servicefall "Kommunikation unterbrochen" können die betroffenen Daten eingesehen und zurückverfolgt werden. Darüber hinaus können die Rohdaten einer einzelnen Messung als Rohdatentelegramm über die RS485- oder LAN-Schnittstelle abgerufen werden. Der Betrieb erlaubt nicht die Übertragung von mehr als einer einzelnen Messung über RS485, da dies die zeitliche Abfolge in diesem Modus negativ beeinflussen würde. Da die Übertragungsraten von der zeitlichen Auflösung der Messdaten und den Einstellungen der RS485-Schnittstelle abhängt, würde diese Übertragung zu lange dauern. Eine eintägige NetCDF-Datei mit  $dt(s)=15s$  Messzeitintervallen ist ca. 17 MB groß. Für die LAN-Schnittstelle ist ein direkter Zugriff auf die täglichen Dateien, auf 5 min Dateien (AFD (ftp) Modus) und einzelne Dateien per Anforderung möglich.

### 8.4.2 Grundlagen

NetCDF bietet eine Computerplattform-unabhängige Schnittstelle zum Speichern und Lesen wissenschaftlicher Daten. Es wurde durch Unidata, einem durch die National Science Foundation geförderten Projekt (<http://www.unidata.ucar.edu>), entwickelt. Jeder Datensatz enthält Erklärungen zum gespeicherten Inhalt.

Das Wolkenhöhenmessgerät speichert alle Daten eines Tages in einer Datei oder im Fall des AFD Modus in 5 min Dateien. Als Zeit wird UTC verwendet. Im serienmäßigen Modus (RS485) überträgt das CHM 8k ein Rohdatentelegramm mit jeweils einem einzelnen Rückstreuprofil und allen beschreibenden Variablen und Attributen im NetCDF-Format. Die Rohdatentelegramme eines Tages können wieder zu einer Tagesdatei zusammengefasst werden.

### 8.4.3 Dateinamen

Tagesdatei:	YYYYMMDD_[Ort]_[Gerätekenung]_[Index].nc
Rohdaten im RS485 Telegramm:	YYYYMMDDhhmmss_[Ort]_[Gerätekenung].nc
Rohdaten mit 5-Minuten-Zeitauflösung für AFD-Modus (ftp)	YYYYMMDD_[Ort]_[Gerätekenung]_hhmm_Index.nc



#### Dateinamenlängen

Zum problemlosen Übertragen von Dateien müssen die ISO-Standards in ihrer erweiterten Form eingehalten werden, d. h. die Dateinamenlänge darf 31 Zeichen nicht überschreiten. Das bedeutet für den Aufbau der Tagesdateien mit [Datum]\_[Ort]\_[Gerätekenung]\_[Index].nc (8\_5\_9\_3.2=31 Zeichen), dass der Ortsname nicht mehr als 5 Zeichen haben darf.

### 8.4.4 Formataufbau

Im NetCDF-Format werden die zu speichernden Werte durch Dimensionen, Variablen und Attribute definiert und gespeichert. Tabelle 14 bis Tabelle 16 beschreiben die verwendeten Bezeichnungen.

#### Dimensionen

Dimension	Beschreibung	Standard
time	Anzahl der gemessenen Rückstreuprofile innerhalb einer NetCDF-Datei	UNLIMITED
range	Anzahl der Punkte, gemessen und gespeichert in Rückstreuprofilen im NetCDF-Format mit einer 15 m Auflösung	667
range_hr	Anzahl der Punkte, gespeichert im NetCDF-Rückstreuprofil mit einer 5 m Auflösung	32
layer	Anzahl der Wolkenschichten, übertragen in Telegramme und in NetCDFDateien gespeichert	3

Tabelle 14 Dimensionen in der NetCDF Datei.

#### Globale Attribute

Attribut	Beschreibung	Typ
title	Überschrift für die grafische Darstellung, z. B. "Lufft Berlin, CHM 8k".	Text
source	siehe device_name (aus Kompatibilitätsgründen enthalten)	Text
device_name	Seriennummer, Geräteiname	Text
serlom	Seriennummer der Messeinheit, z. B. TUB198001	Text
day	Tag des Monats, an dem die Daten gemessen wurden.	int

month	Monat als Zahl, Januar = 1, ...	int
year	Jahr, in dem die Daten erfasst wurden: z. B. 2019	int
location	Standort / Ort der Messung	Text
institution	Institut oder Firma	Text
wmo_id	WMO Stations-ID	int
wigos_id	WIGOS Stations-Identifizier	Text
netcdf_mode	Kennzeichnung des NetCDF-Formats (1 .. beta_att)	int
software_version	Betriebssystem, FPGA Software, Firmware, CloudDetectionMode	Text
comment	Beschreibender Kommentar	Text
overlap_file	Name / Uhrzeit der Überlappungskorrekturfunktion zur Generierung der Beta-Variablen	Text

Tabelle 15 Globale Attribute in der NetCDF Datei.

**Variablen**

Variable	Typ	Dim.	Einheit	Bezeichnung	Skalierung
time	double	time	seconds since 1904-01-01 00:00:00.000 00:00	Endzeitpunkt der Messung (UTC)*	
range	float	range	m	Messabstand vom Gerät (unabhängig von Richtung und Höhe des Aufstellorts)*	
range_hr	float	range_hr	m	Messabstand vom Gerät für hohe Auflösung*	
layer	int	layer		Index der Schichten (Layer)	
latitude	float		degrees_north	Breitengrad des Aufstellortes	
longitude	float		degrees_east	Längengrad des Aufstellortes	
azimuth	float		degree	Azimutwinkel des Gerätes (Zeigerrichtung des Lasers)	
zenith	float		degree	Zenitwinkel des Gerätes (Zeigerrichtung des Lasers)	
altitude	float		m	Aufstellhöhe des Gerätes über dem Meeresspiegel	
wavelength	float		nm	Laserwellenlänge in nm	
average_time	int		ms	Mittelungszeit pro Eintrag	
range_gate	float		m	Räumliche Auflösung der Messung	
range_gate_hr	float		m	Räumliche Auflösung der hochaufgelösten Messung	
life_time	int	time	h	Laufzeit des Lasers	
error_ext	int	time		32-Bit Status-Code	
state_laser	byte	time	percent	Laserqualitätsindex	
state_detector	byte	time	percent	Qualität des Detektorsignals	
state_optics	byte	time	percent	Optischer Qualitätsindex	
temp_int	short	time	K	Gehäusetemperatur innen	0.1

## Variablen

Variable	Typ	Dim.	Einheit	Bezeichnung	Skalierung
temp_ext	short	time	K	Gehäusetemperatur außen	0.1
temp_det	short	time	K	Temperatur des Detektors	0.1
temp_lom	short	time	K	Temperatur der Messeinheit	0.1
temp_las	short	time	K	Temperatur des Lasers	0.1
humidity	short	time	percent	Luftfeuchte (am Maincontroller)	0.1
laser_pulses	int	time		Anzahl der gemittelten Laserimpulse einer Messung (lp)	
laser_power	short	time	mW	Laserleistung (l)	0.001
p_window	short	time		Scheibenreflex	0.01
p_cal	short	time		Kalibrierimpuls (für Normalisierung der Detektionsempfindlichkeit über die Zeit)	0.01
p_ref	short	time		Kalibrierimpuls (PIN-Detektor; für Normalisierung der Detektionsempfindlichkeit über die Zeit)	0.01
c_cal	float			Kalibrierkonstante (c)	
scaling	float			Skalierungsfaktor (für Normalisierung der Messeinheiten untereinander) (cs)	
base	float	time		Baselinehöhe des Rohsignals (hauptsächlich durch Tageslicht beeinflusst) (b)	
stddev	float	time		Standardabweichung Rohsignal	
beta_att	float	time range	1/m * 1/sr	Abgeschwächtes Rückstreusignal $\left( \frac{P_{raw}}{lp} - b \right) / \left( cs * o(r) * \frac{p_{cal}}{p_{ref}} * l \right) * r * r * c$ , mit $P_{raw} = \sum(P_{raw\_hr}) * \frac{range\_gate\_hr}{range\_gate}$	
beta_att_hr	float	time range_hr	1/m * 1/sr	Hochaufgelöstes abgeschwächtes Rückstreusignal $\left( \frac{P_{raw\_hr}}{lp} - b \right) / \left( cs * o(r) * \frac{p_{cal}}{p_{ref}} * l \right) * r * r * c$	
pbl	short	time layer	m	Aerosolschichten	
pbs	byte	time layer		Qualitätsindex für Aerosolschichten (1: gut, 9: schlecht)	
tcc	byte	time		Bedeckungsgrad (gesamt)	
bcc	byte	time		Bedeckungsgrad der unteren Wolkenschicht	
sci	byte	time		Sky Condition Index (0: Kein Niederschlag, 1: Regen, 2: Nebel, 3: Schnee, 4: Niederschlag oder Partikel auf Fensterscheibe)	
vor	short	time	m	Vertikale Sichtweite	

**Variablen**

Variable	Typ	Dim.	Einheit	Bezeichnung	Skalierung
voe	short	time	m	Unsicherheit der ermittelten vertikalen Sichtweite	
mxd	short	time	m	Maximaler Detektionsbereich	
cbh	short	time layer	m	Höhe der Wolkenuntergrenze	
cbe	short	time layer	m	Unsicherheit der berechneten Wolkenuntergrenze	
cdp	short	time layer	m	Wolkeneindringtiefe	
cde	short	time layer	m	Unsicherheit der berechneten Wolkeneindringtiefe	
cho	short		m	Höhen-Offset (verrechnet in cbh, mxd, vor und pbl; entspricht altitude wenn usealtitude=1, sonst 0)	
voltage_dc	short	time	V	Versorgungsspannung des Mainbords	0.001
voltage_det	short	time	V	Detektor-Hochspannung	0.1
voltage_las	short	time	V	Laserbiasspannung	0.001
voltage_led	short	time	V	Biasspannung der Referenz-LED	0.001
back-ground_det	short	time	mV	Hintergrundlichtsignal des Detektors	
fan	short	time		Lüfteraktivität (Bit 0 gesetzt = Scheibenlüfter an, Bit 1 gesetzt = Mainboard-Lüfter an)	
win_param	float	time		Skalierungsparameter für die Fensterreflex-Korrektur	
nn1	short	time		nn1	
nn2	short	time		nn2	

Tabelle 16 Variablen in der NetCDF Datei.

\* time: Entspricht dem jeweiligen Endzeitpunkt der Messperiode (average\_time)

range: Entspricht dem Beginn des jeweiligen Höhenintervalls (range\_gate, bzw. range\_gate\_hr)

**8.4.5 Sonderwerte der Auswerteparameter**

Wenn Auswerteparameter, die durch Auswertung des Rückstreusignals ermittelt werden, nicht bestimmt werden können, werden verschiedene Sonderwerte in die entsprechende NetCDF-Variable geschrieben je nach Ursache der Nichtbestimmung. Dies betrifft die NetCDF-Variablen cbh, cbe, cdb, cde, mxd, pbl, pbs, bcc, tcc, vor, voe, sci und state\_optics. In Tabelle 17 ist die allgemeine Bedeutung der Sonderwerte angegeben. Davon abweichend gibt es für die Variablen sci und state\_optics nur den Wert -2. Die leicht abweichende Bedeutung der Sonderwerte für bcc, tcc sowie pbs ist in Tabelle 22 und Tabelle 23 angegeben.

In den Standardtelegrammen werden die Sonderwerte durch die in Tabelle 17 Spalte 2 angegebenen Zeichen dargestellt. Welche der jeweiligen Varianten benutzt wird, richtet sich nach der Stellenanzahl des Auswerteparameters im Telegramm.

Sonderwert	Telegramm	Allgemeine Bedeutung
-1	NODET, NDET, //, /	Die Berechnungsgröße wurde im Signal nicht vorgefunden, zum Beispiel keine Wolkenuntergrenze bei klarem Himmel.
-2	-----, ----, --, -	Es liegt ein Hardwarefehler vor. Es wird keine Datenauswertung durchgeführt, also auch keine Auswerteparameter bestimmt.
-3	NODET, NDET, //, /	Es konnte algorithmus-bedingt kein Wert bestimmt werden, zum Beispiel wenn noch nicht genügend Rohdaten für eine Berechnung vorhanden sind.

Tabelle 17 Sonderwerte für Auswerteparameter

## 8.5 Statuscode

Es gibt zwei verschiedene Statuscodevarianten, die jeweils als 32-Bit-Zahl den Gerätezustand widerspiegeln. In Tabelle 18 ist die Bedeutung der einzelnen Bits des vom CHM 15k bekannten Statuscodes aufgelistet. Diese Statuscodevariante wird im Web-Interface und den NetCDF-Dateien ausgegeben. In den Datentelegrammen werden standardmäßig die in Abschnitt 8.5.1 beschriebenen eskalierenden Statuscodes ausgegeben, zum Beispiel im Standardtelegramm Zeichen 83 bis 90 oder Zeichen 91 bis 98 im erweiterten Datentelegramm (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10). Mit der Einstellung SystemStatusMode (SSM) kann zwischen der Ausgabe der beiden Varianten in den Telegrammen gewechselt werden.

Die im Web-Interface und den NetCDF-Dateien ausgegebenen Statuscodes werden als achtstellige Hexadezimalzahl dargestellt, welche sich aus den 32-Bit zusammensetzt. Nicht gesetzte Bits bedeuten, dass der entsprechende Teil ordnungsgemäß läuft. Gesetzte Bits deuten auf Fehler / Warnungen / Informationen bzw. noch laufende Initialisierungen hin, z. B. kurz nach dem Einschalten.

Bit	Hex	Type	Fehlerbezeichnung
0	00000001	Fehler	Signalqualität
1	00000002	Fehler	Signalaufnahme
2	00000004	Fehler	Signalwerte Null oder ungültig
3	00000008	Fehler	Mainboard-Erkennung fehlgeschlagen (APD-Bias) oder Firmware und CPU stimmen nicht überein
4	00000010	Fehler	Erstelle neue NetCDF-Datei
5	00000020	Fehler	Schreiben / Hinzufügen zur NetCDF-Datei
6	00000040	Fehler	RS485 Telegramm kann nicht generiert / übertragen werden
7	00000080	Fehler	SD-Karte fehlt oder ist defekt
8	00000100	Fehler	Hardware ausgefallen oder Kabel fehlt oder defekt
9	00000200	Warnung	Temperatur des Innengehäuses außerhalb des Bereichs
10	00000400	Fehler	Temperaturfehler der Messeinheit
11	00000800		Unbenutzt
12	00001000	Hinweis	NTP-Problem

Bit	Hex	Type	Fehlerbezeichnung
13	00002000	Fehler	Laser deaktiviert (temperatur- oder lasersicherheitsbedingt)
14	00004000	Fehler	Laserleistung oder PIN-Signal zu niedrig oder gesättigt
15	00008000	Warnung	Ersetzen des Lasers – Alterung
16	00010000		Unbenutzt
17	00020000	Warnung	verschmutzte Scheiben
18	00040000	Warnung	Signalverarbeitung
19	00080000	Warnung	Laser und Detektor fehlausgerichtet oder Empfangsfenster verschmutzt
20	00100000	Warnung	Dateisystem, fsck hat fehlerhafte Sektoren repariert
21	00200000	Warnung	Zurücksetzen RS485 Baudrate / Transfermodus
22	00400000	Warnung	AFD-Problem
23	00800000	Warnung	Konfigurationsproblem
24	01000000	Warnung	Temperatur der Messeinheit
25	02000000	Warnung	Außentemperatur
26	04000000	Warnung	Lasertemperatur außerhalb des Bereichs
27	08000000	Hinweis	Hohe Feuchte im Geräteinneren
28	10000000	Hinweis	NOL>3 und Standardtelegramm ausgewählt
29	20000000	Hinweis	Gerät wurde neu gestartet
30	40000000	Hinweis	Standby-Modus an

Tabelle 18 Statuscodes / Statusbits.

Die bisher nicht verwendeten Bits werden standardmäßig auf 0 gesetzt, so dass der hexadezimale Statuscode 0 die volle Betriebsbereitschaft des CHM 8k anzeigt.

### 8.5.1 Eskalierende Statuscodes

Für das CHM 8k wurde ein zusätzlicher Statuscode implementiert. Dieser ist in folgende acht Gruppen unterteilt:

1. Konfiguration
2. Datenübertragung und Speicherung
3. Temperaturen
4. Berechnung / Verarbeitung im Sky Condition Algorithmus
5. Laser und LED-Testpuls
6. Hauptempfänger und PIN-Empfänger
7. Fensterverschmutzungssensor und Laser-Monitor
8. Spannungen und Lüfter

Jeder Gruppe ist eine Position in der Hex-Darstellung des 32-Bit-Statuscodes zugeordnet. Zum Beispiel stehen Information, Warnungen und Fehler zu Temperaturen (Gruppe 3) an dritter Stelle von rechts, also xxxxxTxx. In jeder Gruppe wird jeweils nur der Fehler mit der höchsten Priorität, dem größten Fehler-Code im Statuscode, dargestellt.

Mit der Einstellung *SystemStatusMode (SSM)* kann festgelegt werden, welche Statuscode-Variante für die Telegrammausgabe verwendet werden soll. Das CHM 8k verwendet die eskalierenden Statuscodes als Werkseinstellung.

In der Tabelle 19 sind die Bedeutung und Lebensdauer der einzelnen Statuscodes beschrieben. Die Farbcodierung zeigt an, ob es sich um eine Information, Warnung oder einen Fehler handelt.

Group	Hex-Code	Fehler-Bezeichnung	Dauer [s]
<b>1</b>	<b>Konfiguration</b>		
	xxxx xxx0	Konfiguration in Ordnung	
	xxxx xxx1	Neustart nach Reboot oder FW-Neustart	60
	xxxx xxx2	Neustart nach Shutdown	60
	xxxx xxx3	Neustart nach Auslösen des Watchdog (SW)	60
	xxxx xxx4	Neustart (z.B. nach Stromausfall, HW-Watchdog)	60
	xxxx xxx5	Gerät läuft im Standby	delete
	xxxx xxx6	Ungültiger Parameter, vorhergehende oder korrigierte Konfiguration wird benutzt	300
	xxxx xxx7	Unbekannte NetCDF-Format-Kennung in Settings-Datei	60
	xxxx xxx8	Anzahl der Schichten zu groß für Telegramm 1	60
	xxxx xxx9	Dimensionen passen nicht zusammen	∞
	xxxx xxxA	Keine gültige Overlap-Datei gefunden	∞
	xxxx xxxB	EEPROM defekt/nicht vorhanden oder Kabeldefekt	16
	xxxx xxxC	Mainboard-Kennung kann nicht ausgelesen werden	∞
	xxxx xxxD	Firmware passt nicht zur CPU-Version	∞
<b>2</b>	<b>Datenübertragung und Speicherung</b>		
	xxxx xx0x	Datenübertragung und Speicherung funktionieren einwandfrei	
	xxxx xx1x	Fehlerhaftes FAT-Dateisystem auf SD-Karte repariert	60
	xxxx xx2x	NTP-Problem	60
	xxxx xx3x	RS485 Baudrate/Transfermode wurden zurückgesetzt	60
	xxxx xx4x	AFD Problem	60
	xxxx xx5x	Datentelegramm kann nicht übertragen werden	16
	xxxx xx6x	Datentelegramm kann nicht erzeugt werden	16
	xxxx xx7x	Schreibfehler in NetCDF-Datei	60
	xxxx xx8x	Neue NetCDF-Datei kann nicht erzeugt werden	60
	xxxx xx9x	SD-Karte nicht vorhanden oder defekt	∞
<b>3</b>	<b>Temperaturen</b>		
	xxxx x0xx	Die Temperaturen sind in Ordnung	
	xxxx x2xx	Lasertemperatur außerhalb des gültigen Bereichs (Soll-3°C ... Soll+3°C)	60
	xxxx x3xx	Temperatur der Messeinheit außerhalb des gültigen Bereichs (25°C ... 49°C)	60
	xxxx x4xx	Innentemperatur außerhalb des gültigen Bereichs (5°C ... 65°C)	16
	xxxx x5xx	Außentemperatur außerhalb des gültigen Bereichs (-40°C ... 60°C)	60
	xxxx x6xx	Temperatursteuerung der Messeinheit aus Sicherheitsgründen deaktiviert	∞

Group	Hex-Code	Fehler-Bezeichnung	Dauer [s]
	xxxx x9xx	Temperatur der Messeinheit zu hoch	16
	xxxx xAxx	Lasertemperatur außerhalb des Arbeitsbereichs oder ungültig	delete
<b>4</b>	<b>Berechnung / Verarbeitung im Sky Condition Algorithmus</b>		
	xxxx 0xxx	Verarbeitung in Ordnung	
	xxxx 1xxx	Problem bei der Berechnung der Sichtweite	60
	xxxx 2xxx	Problem bei der Berechnung der Aerosolschichten	60
	xxxx 3xxx	Problem bei der Berechnung des Bedeckungsgrades	60
	xxxx 4xxx	Problem bei der Berechnung der Wolken	60
	xxxx 5xxx	Ungewöhnliches Signal	60
	xxxx 6xxx	Falsche Dimensionierung der Rohdaten	16
	xxxx 7xxx	Keine neuen Daten	16
<b>5</b>	<b>Laser und LED-Testpuls</b>		
	xxx0 xxxx	Laser und LED-Testpuls arbeiten normal	
	xxx2 xxxx	LED-Testpuls kleiner oder gleich Null	16
	xxx3 xxxx	Laser austauschen (Alterung)	60
	xxx6 xxxx	Laser aus Sicherheitsgründen abgeschaltet	delete
	xxx7 xxxx	Laser hardwareseitig abgeschaltet, Reset möglich	16
	xxx8 xxxx	Laser nicht bereit (temporärer Zwischenzustand)	16
	xxx9 xxxx	Laser hardwareseitig abgeschaltet, Neustart notwendig	16
<b>6</b>	<b>Hauptempfänger und PIN-Empfänger</b>		
	xx0x xxxx	Hauptempfänger und PIN-Empfänger arbeiten normal	
	xx2x xxxx	Empfänger falsch ausgerichtet oder Fenster verschmutzt	60
	xx3x xxxx	PIN-Signal gesättigt	60
	xx4x xxxx	Berechnetes PIN-Signal nicht positiv, resultiert in fehlerhafter Kalibrierung	60
	xx5x xxxx	PIN-Signal zu niedrig	60
	xx6x xxxx	Werte aus Empfängersignal null oder leer	16
	xx7x xxxx	Kein ausreichendes Testlaser-Signal vorhanden	16
	xx8x xxxx	Kein Fensterpuls am im Empfängersignal	16
	xxAx xxxx	Kein Empfängersignal im Messbereich [150m, 250m]	16
	xxBx xxxx	Kein Empfängersignal	16
	xxCx xxxx	Kein Testlaser-Signal an den Empfängern (RefLED SMC Kabel?)	16
	xxEx xxxx	Kein Empfängersignal (Versorgungskabel?)	16
	xxFx xxxx	Kein Empfängersignal (Signalkabel?)	16
<b>7</b>	<b>Fensterverschmutzung, Feuchte und Laser-Monitor</b>		

Group	Hex-Code	Fehler-Bezeichnung	Dauer [s]
	x0xx xxxx	Fensterverschmutzung, Feuchte und Laser-Monitor in Ordnung	
	x1xx xxxx	Hohe Feuchte im Geräteinneren	16
	x2xx xxxx	Feuchte im Geräteinneren zu hoch	16
	x3xx xxxx	Fenster verunreinigt	60
	x4xx xxxx	Laser-Monitor-Signal gesättigt	60
	x5xx xxxx	Ermittelte Laserleistung nicht positiv, resultiert in fehlerhafter Kalibrierung	60
	x6xx xxxx	Laser-Monitor-Signal zu klein	60
<b>8</b>	<b>Spannungen und Lüfter</b>		
	0xxx xxxx	Spannungen und Lüfter in Ordnung	
	1xxx xxxx	Geschwindigkeit des Mainboard-Lüfter ist zu gering	delete
	2xxx xxxx	Mainboard-Lüfter ist defekt	delete
	5xxx xxxx	Spannung des Testlasers ist fehlerhaft	16
	6xxx xxxx	Spannung des PIN-Empfängers ist fehlerhaft	16
	7xxx xxxx	Spannung des Hauptempfängers ist fehlerhaft	16
	8xxx xxxx	Spannung des Lasers ist fehlerhaft	16
	9xxx xxxx	Analoge Versorgungsspannung ist fehlerhaft	16
	Axxx xxxx	Mainboard-Spannung ist fehlerhaft	16
	Bxxx xxxx	Mainboard-Versorgungsspannung ist fehlerhaft	16

Tabella 19 Eskalierende Statuscodes (HW: Hardware, SW: Software, FW: Firmware); \*delete: Fehler wird angezeigt bis die Fehlerbedingung beseitigt ist.

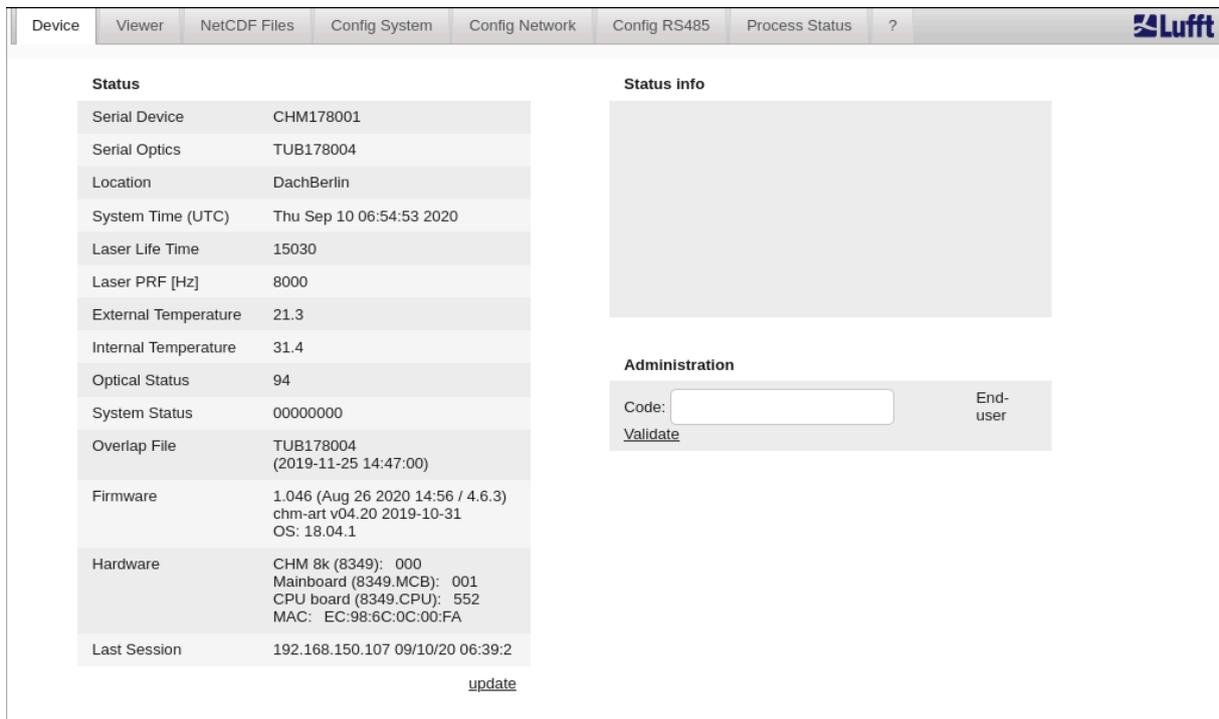
Farbenbedeutung:	
	Alles in Ordnung
	Information
	Warnung
	Fehler

### 8.6 Firmware Update

Die Systemsoftware des CHM 8k kann über eine Ethernet-Schnittstelle (WAN / LAN-Verbindung) aktualisiert werden. Das Software-Update ist in dem Reiter „Config System“ des Web-Interfaces möglich und erfordert ein Superuser-Passwort. Bitte beachten Sie den nachfolgenden Abschnitt 8.7 für Details. Die Firmware ist nur aufwärts kompatibel. Ab Firmware-Version 1.110 wird die Aktualität der hochgeladenen Firmware-Datei (z.B. „chm\_1\_120\_552.zip“) geprüft, um ein versehentliches Downgrade der Firmware zu verhindern.

## 8.7 Kommunikation via Ethernet-Web-Interface

### 8.7.1 Geräteüberblick und Zugriffsrechte (Device Reiter)



The screenshot shows the 'Device' tab in the Lufft web interface. It features a navigation bar with tabs: Device, Viewer, NetCDF Files, Config System, Config Network, Config RS485, Process Status, and a help icon. The main content is divided into two columns. The left column, titled 'Status', contains a table with the following data:

Serial Device	CHM178001
Serial Optics	TUB178004
Location	DachBerlin
System Time (UTC)	Thu Sep 10 06:54:53 2020
Laser Life Time	15030
Laser PRF [Hz]	8000
External Temperature	21.3
Internal Temperature	31.4
Optical Status	94
System Status	00000000
Overlap File	TUB178004 (2019-11-25 14:47:00)
Firmware	1.046 (Aug 26 2020 14:56 / 4.6.3) chm-art v04.20 2019-10-31 OS: 18.04.1
Hardware	CHM 8k (8349): 000 Mainboard (8349.MCB): 001 CPU board (8349.CPU): 552 MAC: EC:98:6C:0C:00:FA
Last Session	192.168.150.107 09/10/20 06:39:2

Below the table is an 'update' link. The right column, titled 'Status info', contains a large empty grey box. Below this is an 'Administration' section with a 'Code:' input field, a 'Validate' button, and an 'End-user' label.

Abbildung 17 Webinterface.

Abbildung 17 zeigt den Startbildschirm (Reiter „Device“) nach erfolgreicher Verbindung mit dem Gerät (Inbetriebnahme siehe Abschnitt 7.2). Dieser zeigt Informationen zum aktuellen Status des Gerätes und ermöglicht das Anmelden als Superuser oder Serviceuser.

Die Kommunikation mit dem CHM8k über eine Ethernet-Verbindung ist schnell, sicher und systemunabhängig. Im Inneren des Gerätes läuft ein Apache Web-Server. Dieser ermöglicht eine Kommunikations- und Konfigurationsplattform via dem Web-Interface zur Verarbeitung von Firmware-Updates, Schnellansichten der Messergebnisse oder dem Herunterladen von Ganztages-NetCDF-Rohdaten.

Im Allgemeinen beinhaltet das Web-Interface folgende Zugriffsrechte:

- Endanwender können den Zustand des Instruments überprüfen.
- Superuser können zusätzlich NetCDF-Dateien herunterladen, das Gerät konfigurieren, die aktuelle Betriebsanleitung und weitere Konfigurationsdateien herunterladen, die Firmware aktualisieren und das CHM herunterfahren oder neustarten.
- Serviceuser können weitere Geräteeinstellungen vornehmen, zum Beispiele die Seriennummer modifizieren (siehe Tabelle 5), Konfigurationsdateien hochladen und das Superuser-Passwort rücksetzen.

Die Statusinformationen auf der Device-Seite und der Prozessstatusseite werden minütlich aktualisiert. Die gelisteten Codes der Statusinformationen entsprechen den Statuscodes in Tabelle 18. Die Prozessstatusseite (Abbildung 25) enthält weitere Informationen für Servicepersonal.

Im Superuser- oder Servicemodus enthält die Startseite Schaltflächen zum Abschalten oder Starten des Gerätes.

### 8.7.2 Zugriff auf die Messdaten (NetCDF Files, Viewer)

Abbildung 18 zeigt das Verzeichnis der NetCDF-Dateien, die für alle Anwender sichtbar sind. Im Superuser- oder Servicemodus können diese NetCDF-Dateien durch Klicken auf den Dateinamen heruntergeladen werden.

Device	Viewer	NetCDF Files	Config System	Config Network	Config RS485	Process Status	?
							
<b>Count: 47</b>		<a href="#">Update List</a>					
File Name	Size [kB]						
20190930_Berlin_CHM188104_000.nc	3918						
20190929_Berlin_CHM188104_000.nc	12581						

Abbildung 18 Webinterface: NetCDF Dateien.

Abbildung 19 zeigt den Inhalt des Reiters „Viewer“ mit der Darstellung der vorhandenen Daten aus den letzten 24 Stunden. Durch Klicken der Schaltfläche „Update“ wird die Bilddatei aktualisiert. Jedoch wird nur im Abstand von 5 Minuten eine neue Bilddatei generiert. Der Parameter „BackscatterMax“ im Reiter „Config System“ (siehe Abbildung 22) kann zur leichten Anpassung der Farbskala geändert werden. Die aktuell erkannten Wolken werden im Intervall dt(s) aktualisiert und zusammen mit Aerosolschichten und Bedeckungsgrad in der Tabelle oberhalb der Bilddaten dargestellt.

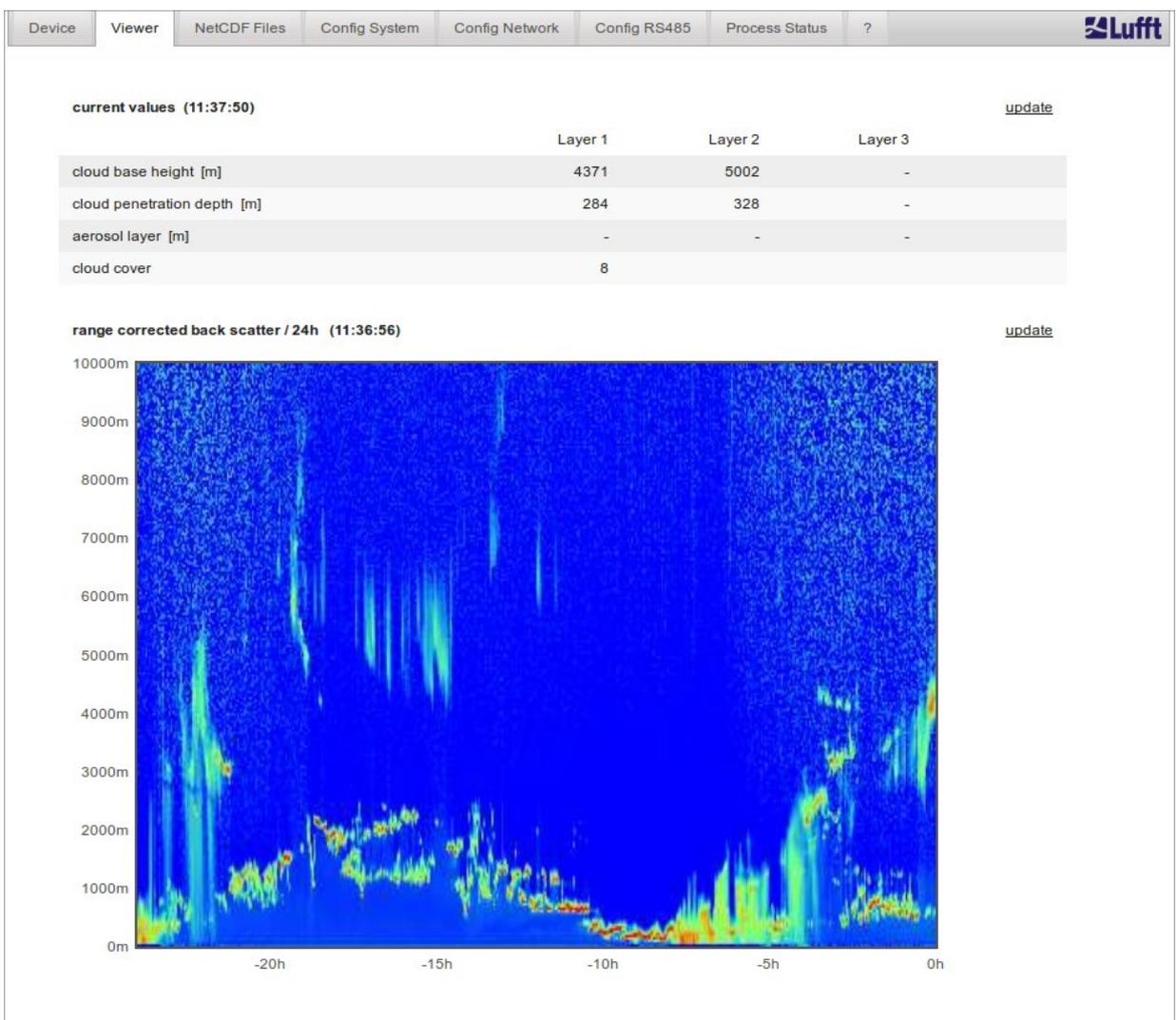


Abbildung 19 Webinterface: Viewer.

### 8.7.3 Konfiguration des CHM 8k (Config Reiter)

Die Inhalte der Konfigurationsseiten („Config System“, „Config Network“ und „Config RS485“) sind nur für Superuser und Serviceuser zugänglich. Die Parameter können auch über RS485-Kommunikation gesetzt werden und werden in 8.1 Liste der konfigurierbaren Parameter beschrieben.

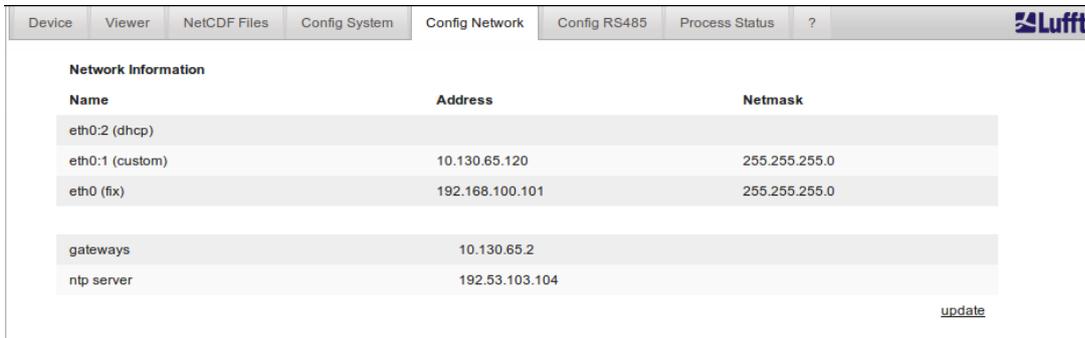


Abbildung 20 Webinterface: Netzwerkkonfiguration (read-only, Endanwender) für ein Gerät mit konfigurierter statischer IP (eth0:1 custom).

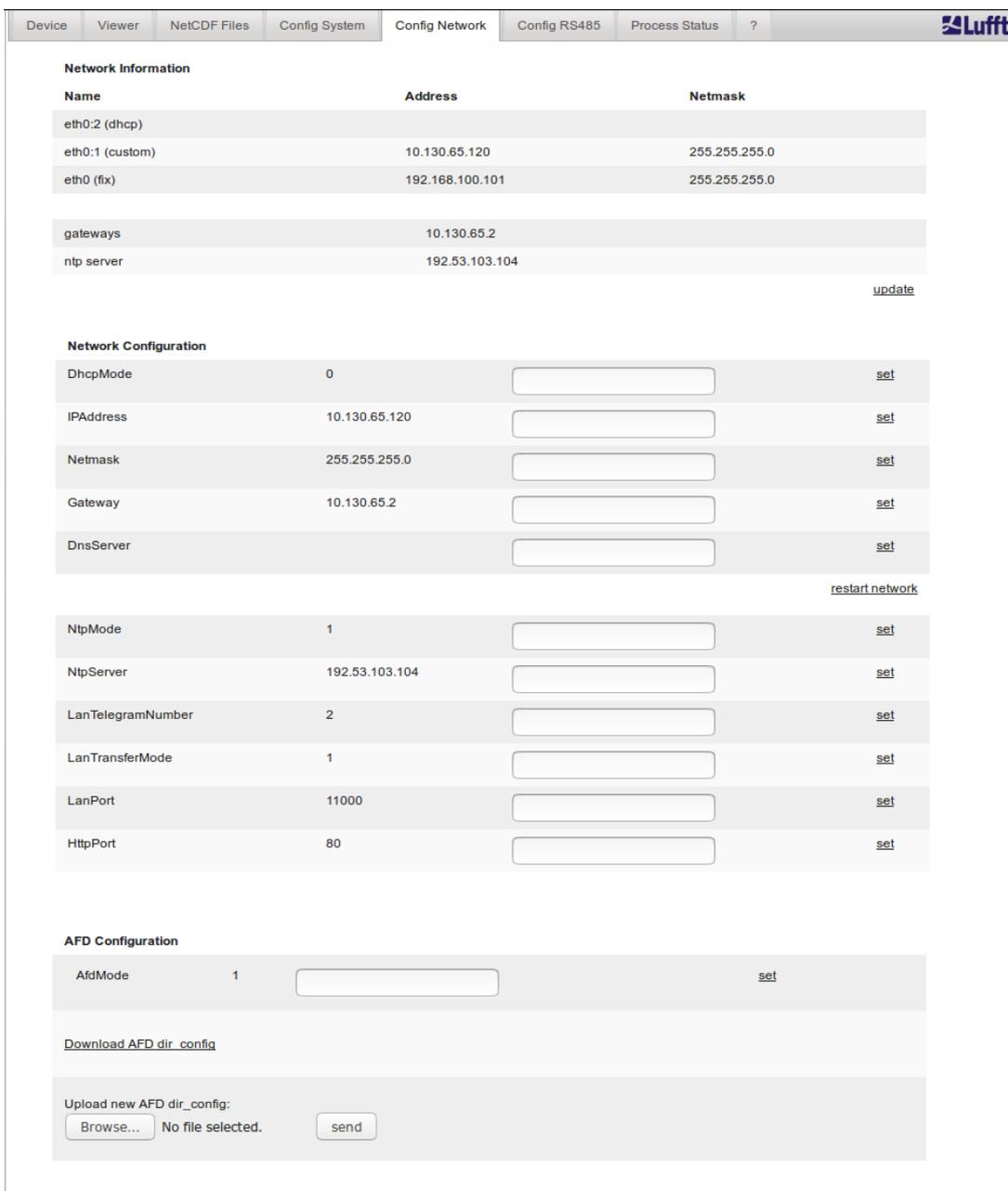


Abbildung 21 Webinterface: Netzwerkkonfiguration (Superuser).

Abbildung 20 zeigt die Registerkarte "Config Network" eines Geräts mit statischer IP in der Standard-Benutzeransicht. In der Superuser-/Servicenutzeransicht im „Config Network“-Reiter (siehe Abbildung 21) können die statische IP-Adresse (eth0:1 benutzerdefiniert), Netzmaske und Gateway an die lokalen Netzwerkbedingungen angepasst werden. Um die Einstellungen in den Netzwerkkonfigurationsdateien zu speichern und die neuen Einstellungen zu verwenden, muss das Netzwerk neu gestartet werden. Der Neustart kann durch Anklicken der Schaltfläche "Restart network " eingeleitet werden.

Bevor Sie den AFD-Modus einschalten, sollten Sie die AFD-Konfigurationsdatei sorgfältig anpassen, siehe Abschnitt 8.8 für weitere Informationen.

Abbildung 22 zeigt den Inhalt der Registerkarte "Config System", die den Zugriff auf Teile des Systems ermöglicht.

Parameter	current Value	new Value	
Location	DachBerlin	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Institution	Lufft	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
WMOStationCode	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
WIGOSStationID		<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Comment		<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Longitude	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Latitude	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Zenith	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Azimuth	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Altitude	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
UseAltitude	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
LoggingTime	15	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Unit	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Layer	3	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
TimeZoneOffsetHours	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
BlowerMode	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
RangeResolution	3	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
RangeStart	5	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
RangeEnd	10000	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
RangeHrDim	32	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
NetcdfMode	1	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
UAPD	210000	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
ApdControlMode	2	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Standby	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
CloudDetectionMode	3	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
TestMode	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
BackscatterMax	40000000	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>

Abbildung 22 Webinterface: Systemkonfiguration oberer Teil (Superuser).

Das Ausfüllen von Standort, Institution, Längen- und Breitengrad ist immer dann sehr hilfreich, wenn Daten untersucht und mit anderen Instrumenten verglichen werden und wenn der Lufft-Service zur Identifizierung von Problemen benötigt wird.

Aus Sicherheitsgründen sind einige Parameter nicht im Superuser-Modus verfügbar. Weiter unten auf der gleichen Seite können Firmware-Updates im Superuser-Modus in das Gerät geladen werden (Abbildung 23). Neue Firmware-Dateien werden als Backup-Zip-Dateien gepackt und müssen in dieser Form hochgeladen werden. Neue Firmware-Versionen werden auf der Lufft-Website veröffentlicht. Eine Liste der zuvor freigegebenen Versionen ist diesem Handbuch in Abschnitt 11.2 beigefügt.



Abbildung 23 Webinterface: Systemkonfiguration unterer Teil (Superuser).

Abbildung 24 zeigt die Seite „Config RS485“. Beim Hochladen von eigenen Telegrammformat-Beschreibungsdateien (telegramformat.xml) sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei jedem Firmware-Update wird die Beschreibungsdatei mit der im Update-Zip enthaltenen Datei überschrieben.
- Die Beschreibungsdatei wird nach Hochladen nicht automatisch eingelesen. Die Firmware muss manuell neugestartet werden.



**Eigene Telegrammformatbeschreibung**

Anwender mit einer modifizierten Telegrammbeschreibungsdatei telegramformat.xml müssen diese vor jedem Firmware-Update sichern. Nach dem Update muss die individuelle xml-Datei erneut hochgeladen und Wolkenhöhenmesser anschließend neugestartet werden.

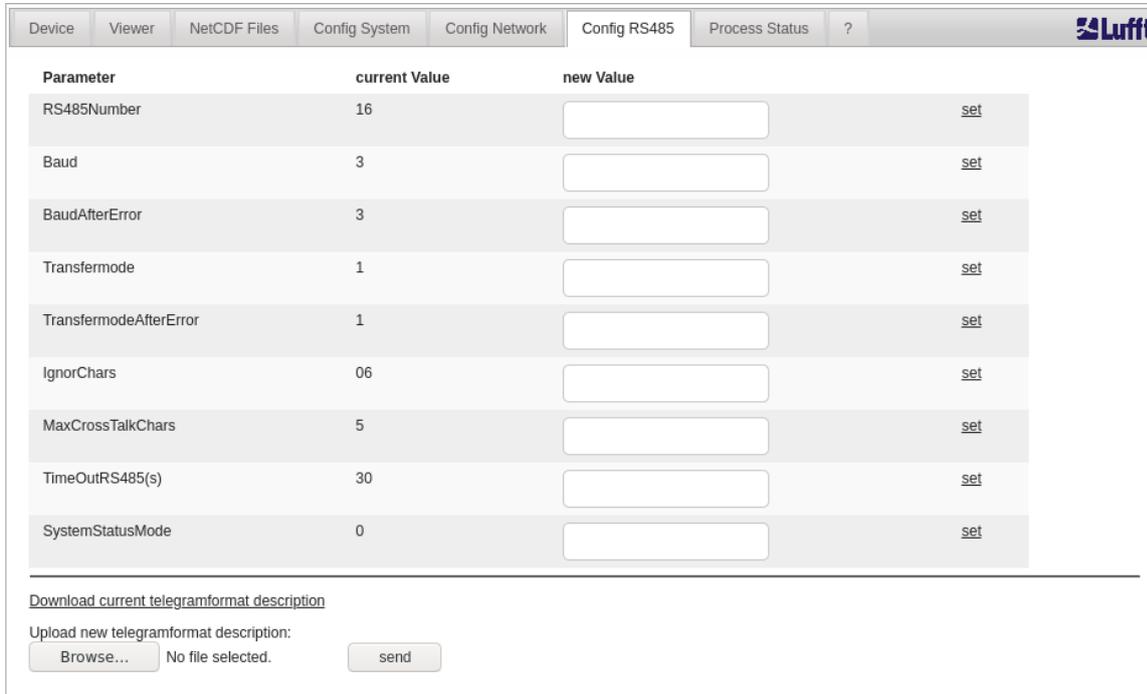


Abbildung 24 Webinterface: RS485 Konfiguration (Superuser).

### 8.7.4 Status- und Fehlermeldungen (Process Status)

Der obere Teil des Registers „Process Status“ der Abbildung 25 wird hauptsächlich vom Luftt-Service zur Identifizierung von Problemen und speziellen Fehlern verwendet. In den unteren Abschnitten werden gegebenenfalls Informationen zum NTP- und AFD-Service dargestellt.

Um die Arbeit des NTP-Daemons zur automatischen Zeitsynchronisation (siehe Abschnitt 8.7.5) zu überprüfen, gibt es den NTP-Status. Die Informationen zum NTP-Service werden nur angezeigt und minütlich aktualisiert, wenn der NtpMode aktiv (gleich 1) ist. In der Anzeige des NTP-Status (siehe Abbildung 25) werden die Informationen, die mit dem Kommando `ntpq -pn` abgefragt werden, angezeigt. Hier wird nur kurz auf die wichtigsten Werte eingegangen. Alles weitere kann der Dokumentation zu `ntpq` entnommen werden, zum Beispiel <http://doc.ntp.org/4.1.0/ntpq.htm>.

Bezeichnung	Beschreibung
NTP server	Gibt die Adresse des Zeitservers und deren Auswahlstatus an. Ein '*' bedeutet zum Beispiel, dass der Zeitserver zur Systemsynchronisation verwendet wird.
Reachability of the server	Gibt Aufschluss über die Erreichbarkeit des Servers bei den letzten Verbindungsanfragen. Die Erreichbarkeit wird hier binär und nicht, wie von <code>ntpq</code> , oktal angegeben. Dabei steht jede 1 für eine erfolgreiche Verbindung und 0 entsprechend für nicht erfolgreich.
Polling interval [s]	Gibt an, in welchem Intervall der Zeitserver gefragt wird.
Last response [s]	Gibt an, vor wieviel Sekunden der Zeitserver zuletzt gefragt wurde.
Status error	Enthält einen Fehlercode, der auf Probleme während der Erzeugung des NTP-Status schließen lässt. Wie zum Beispiel, der NTP-Daemon ist nicht aktiv oder wurde ohne Ethernetverbindung gestartet. Im Normalfall wird eine 0 ausgegeben.

Tabelle 20 NTP Status.

Auch die Informationen zur automatischen Dateiverteilung (automatic file distribution, AFD) werden nur angezeigt, wenn der `AfdMode` aktiviert wurde. Es wird unter anderem der Status der übertragenen Dateien angezeigt. Die korrekte Einrichtung oder Fehler, die bei der Konfiguration mit der AFD-Konfigurationsdatei aufgetreten sind, können erkannt werden.

The screenshot shows the 'Process Status' tab in the Lufft web interface. It contains three main sections:

- Process Warnings:** A table with columns 'Detected as Error', 'Detected as Warning', 'Code', 'Description', 'Occured (Error/Warning)', 'Last Detected', and 'ext. Param'. It shows 'no errors detected' and an 'update' link.
- NTP Status (ntpq):** A table with columns 'Description' and 'Value'.
 

NTP server	192.53.103.104 *
Reachability of the server	00011111
Last response [s] / Polling interval [s]	151 / 1024
Time offset [ms] / jitter [ms]	6.42 / 4.096
Refid / Stratum / Type / Delay [ms]	.PTB. / 1 / u / 13.856
Status error	0

 An 'update' link is at the bottom right.
- AFD Status:** A table with columns 'Description' and 'Value'.
 

Transferred Files	1122
Transferred File Size	109327920
Files in Queue	0
File Size in Queue	0
Number of Connections	374
Time of last Connection	Tue Sep 24 07:30:00 2019
Time of last Retry	Fri Sep 20 09:55:13 2019
AFD Space Used (%)	28
- Errors:** A table with columns 'Description' and 'Value'.
 

Total Errors	0
Error Counter	0
Error History	000 -> Transfer success 000 -> Transfer success 000 -> Transfer success 000 -> Transfer success 000 -> Transfer success

 An 'update' link is at the bottom right.

Abbildung 25 Webinterface: Prozesswarnungen / Fehlerlog sowie NTP- und AFD-Status. Letztere sind nur sichtbar, wenn der NtpMode beziehungsweise AfdMode aktiviert (1 gesetzt) wurden.

### 8.7.5 Time Server

Der automatische Zeitabgleich mit einem Zeit-Server (NTP-Server) wird nur dann durchgeführt, wenn der Parameter NtpMode auf 1 gesetzt und ein gültiger Zeit-Server (NtpServer) gesetzt ist. Der vorkonfigurierte Server ist: 0.0.0.0 (kein Zeitserver) und der Zeitserver-Modus NTP-Modus ist ausgeschaltet.

Das Verwenden von IP-Adressen wird empfohlen, da andernfalls eine gültige DNS-Server-Adresse festgelegt werden muss, bevor die Server-Adresse verwendet werden kann.

Beispiel der IP-Adresse des Zeitservers ptbtime1ptb.de: 192.53.103.108

Wird der NtpMode im laufenden Betrieb aktiviert und der Zeitunterschied zwischen Server und CHM 8k ist größer als 1000 s wird keine Zeitsynchronisation durchgeführt. In diesem Fall ist ein Firmware-Neustart oder einmaliges manuelles Zeitsetzen mit erneuter Aktivierung des NtpModes notwendig um die Zeit des Zeitservers zu übernehmen. Statusinformationen können im Web-Interface im Reiter „Process Status“ abgefragt werden.



#### Bitte beachten:

Der Anwender sollte automatische Zeiteinstellungen über den Datum-Zeit-Befehl (RS485) mit gleichzeitiger Ausführung des ntpd über TCP/IP vermeiden.

## 8.8 AFD-Modus

Ein spezieller Kommunikationsmodus, der als Automatic File Distribution (AFD)-Modus bezeichnet wird, wird von der CHM Ceilometer-Serie unterstützt. Er wird zum automatischen Versenden von im NetCDF-Format gemessenen Daten an einen ftp-Server verwendet und erfordert eine Ethernet-Schnittstelle.

Der AFD-Modus kann über die Weboberfläche (Abbildung 21) im Superuser-Modus aktiviert werden. Die Konfigurationsdatei "afdsettings" muss heruntergeladen, konfiguriert und wieder hochgeladen werden, um den lokalen Anforderungen gerecht zu werden.

AFD ist so voreingestellt, dass alle 15 Minuten drei 5-minütige NetCDF-Dateien übertragen werden. Der Benutzer kann die NetCDF-Dateien in 24-Stunden-Dateien zusammenführen.

Die Konfigurationsdatei "afdsettings.txt" wird unten angezeigt. Der offizielle Dateiname lautet: "DIR\_CONFIG". Weitere Informationen zu den hier aufgeführten Befehlen finden Sie auf der [DWD-AFD Webseite](#). Hashes (#) werden verwendet, um Befehle auszukommentieren.

### Konfigurationsdatei "afdsettings.txt":

```
[directory]
/tmp/afd/netcdf/afd-src

[dir options]
delete unknown files 0
delete queued files 6

[files]
*

[destination]

[recipient]
ftp://user:password@host_ip/path/%h/%tY/%tm

[options]
priority 9
create target dir
time */15 * * * *
lock DOT
age-limit 3600
# exec -d bzip2 %s
```



### Wichtig beim Bearbeiten der Konfigurationsdatei:

Das vollständige Format (Leerzeilen und Einrücktiefe) der afdsettings-Datei ist wichtig. Wenn die Beispiel-Datei vom Ceilometer heruntergeladen wird, sind die einzelnen Einstellungen vorsichtig Schritt für Schritt zu ersetzen. # wird benutzt um aus einer Befehlszeile eine Kommentarzeile zu machen.

Beispiel für eine "afdsetting.txt" Datei:

Ftp server 192.168.1.51

Unterverzeichnis auf dem Server (von der Wurzel aus): /home/chm\_data

Nutzername: afd

Passwort: eXample

```
[recipient]
ftp://afd:eXample@192.168.1.51//home/chm_data/%h/%tY/%tm

[options]
priority 9
create target dir
time */15 * * * *
lock DOT
age-limit 3600
exec -d bzip2 %s
```

Alle 15 Minuten werden bzip-komprimierte Dateien auf den ftp in das durch /home/chm\_data /hostname/year/month spezifizierte Verzeichnis übertragen. Hostname „%h“ ist der Gerätename, wie z. B. CHM198001, year „%tY“ und Monat „%tm“ sind die vom Gerät spezifizierten Zeiteinstellungen. Ein Doppelslash // nach der IP-Adresse zeigt an, dass der Pfad im Ursprungsverzeichnis beginnt, ein einfacher Slash / zeigt den Beginn aus dem ftp-Home-Verzeichnis an. Ein ftp-Pfad im Windows-Verzeichnis kann folgendermaßen aussehen:  
ftp://afd:eXample@162.168.1.51/%h/%tY/%tm.  
Die Datei wird im Unterverzeichnis %h/%tY/%tm des Haupt-Verzeichnisses auf dem ftp-Server gespeichert.  
Der Befehl „time \* \* \* \* \*“ sendet unmittelbar nach dem Erstellen eine 5-Minuten-NetCDFDatei.

## 8.9 Telegramm via Ethernet

Über die Ethernet-Schnittstelle gibt es zusätzlich zur RS485-Schnittstelle die Möglichkeit Datentelegramme zu empfangen. Es gibt zwei verschiedene Sendemodi. Die Telegramme können einzeln abgefragt (Polling-Modus) oder automatisch vom Ceilometer gesendet werden.

Zur Konfiguration des Verhaltens der Telegrammausgabe über Ethernet stehen die drei Parameter „LanPort“, „LanTelegramNumber“ und „LanTransferMode“ zur Verfügung, die über RS485 oder das Web-Interface im „Config Network“-Reiter gesetzt werden können, siehe Tabelle 5. Alle in Abschnitt 8.3 Datenabfrage RS485 beschriebenen Benutzer-Datentelegramme können abgerufen werden. Das Rohdatentelegramm ist weiterhin uenkodiert wie im RS485-Übertragungsmodus und muss uidekodiert werden, bevor es gelesen werden kann.

Das Ceilometer (Server) wartet auf dem Port „LanPort“ bis von außen (vom Client) eine Verbindungsanfrage stattfindet. Erst danach kann es Telegramme an den Client senden. So eine Anfrage kann zum Beispiel mit ncat oder telnet durchgeführt werden. Die Anfrage eines Clients an ein CHM mit der IP 192.168.100.101 und einem LanPort von 11000 könnte wie folgt aussehen:

```
ncat 192.168.100.101 11000
```

oder

```
telnet 192.168.100.101 11000
```

Auf Windows-Betriebssystemen können von dem Server <https://nmap.org/download.html> Binärdateien heruntergeladen und installiert werden. Diese Web-Seite bietet ebenfalls Binär- und Quellcodes für andere Betriebssysteme an.

Nach einer Verbindungsanfrage des Clients wird im **Polling-Modus** nur ein einziges Telegramm (im angegebenen Format "LanTelegramNumber") gesendet und dann die Verbindung vom CHM beendet. Im **automatischen Übertragungsmodus** sendet das CHM kontinuierlich (im Aufzeichnungsintervall) Telegramme an alle angeschlossenen Clients.

## 8.10 NetCDF-Datei-Tools

Für die Verarbeitung, Änderung oder Zusammenführung von NetCDF-Dateien stehen mehrere Werkzeuge zur Verfügung. Insbesondere im AFD-Modus ist das Programm ncrca.exe sehr leistungsfähig für das Zusammenführen von Dateien, um aus einzelnen 5-Minuten-Dateien 24-Stunden-Dateien zu erstellen.

Mit dem gleichen Befehl können auch einzelne NetCDF-Dateien aus Rohdatentelegrammen zu Tagesdateien zusammengeführt werden.

ncrca ist Teil des nco-Tool-Sets und kann von der folgenden Webseite heruntergeladen werden:

<http://nco.sourceforge.net>

### Für Benutzer des Windows-Betriebssystems:

Die direkte Anwendung des Befehls ncrca.exe in der Windows-Befehlszeile ist durch die Verwendung von Wildcards und die Gesamtlänge der Befehlszeile eingeschränkt. Wir empfehlen z. B. die Verwendung von Git-bash, um dieses Problem zu umgehen.

Beispiel:

Die folgende Kommandozeile ermöglicht das Zusammenführen aller NetCDF-Dateien, die sich im Datenverzeichnis des Gerätes CHM123456 vom 06. April 2015 befinden. Die Ausgabedatei des Beispiels ist out.nc.

```
ncrca.exe -Y nrcat -h data/20150406_Berlin_CHM123456*.nc out.nc
```

## 9 Datenauswertung / Sky Condition Algorithm (SCA)

Das CHM 8k Ceilometer ist ein Laserfernerkundungsgerät mit eingebettetem Algorithmus zur Bestimmung von Partikel- und Tropfenschichten in der Atmosphäre. Der eingebettete Algorithmus wird zusammenfassend als Sky Condition Algorithm (SCA) bezeichnet. Wolkenhöhenmessgeräte bestimmen die Wolkenunterkante und liefern Informationen über die Eindringtiefe in die Wolke. Falls eine weitere Wolken- oder Aerosolschicht oberhalb der unteren Wolke gemessen werden kann, kann die Eindringtiefe als Wolkendicke interpretiert werden. Darüber hinaus wird der Grad der Wolkenbedeckung in Form von Achteln des Himmels bestimmt. Für Sichtweiten unter 2 km wird die vertikale Sicht (VOR) berechnet und zusätzlich ausgegeben. Ein Aerosolalgorithmus, der auf einem Wavelet-Algorithmus basiert, erkennt verschiedene Aerosolschichten und überträgt die innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht erfassten Schichten. Nebel / Dunst und Niederschlag werden im Parameter Sky Condition Index (SCI) erfasst und übertragen.

### 9.1 Laserfernerkundung

Ein gepulster Nahinfrarot-Laser tastet den Himmel vertikal von der Oberseite des Instruments bis zu einer Höhe von 10 km ab. Ziele wie Aerosolschichten und Wolken erscheinen als Echos mit einer bestimmten Rückstreuungsintensität und Signalabschwächung. Rayleigh-Streuung durch Luftmoleküle ist bei einer Laserwellenlänge von 905 nm vernachlässigbar. Der Abstand der streuenden Partikel zum Gerät wird aus der Laufzeit der Laserpulse berechnet.

### 9.2 Aufbereitung der Messdaten

Die Datenvorverarbeitung ist eine wichtige Aufgabe, bevor die verschiedenen Schritte im SCA-Algorithmus beginnen. Der Hauptgrund dafür ist die Harmonisierung / Normalisierung der Datensätze zwischen verschiedenen CHM 8k-Systemen, um ähnliche Ergebnisse zu erzielen, z. B. für Wolkenunterkanten, auch wenn die Empfindlichkeit der verschiedenen Instrumente unterschiedlich ist. Zur Normalisierung wird für jede Messung zum einen die Ausgangsleistung  $I$  des Lasers mit Hilfe von Fotodioden gemessen, und zum anderen die Detektionsempfindlichkeit über einen Referenzlichtpuls  $p_{cal}$  bestimmt. Helligkeitsschwankungen des Referenzlichtpulses werden durch eine zusätzliche Fotodiodenmessung  $p_{ref}$  korrigiert. Unterschiede zwischen verschiedenen Geräte werden durch einen Skalierungsfaktor  $c_s$  ausgeglichen, der durch eine Vergleichsmessung mit einem Referenzgerät bestimmt wird. Abbildung 26 zeigt Profile von zwei unterschiedlichen Geräten nach Normierung und Kalibrierung. In den Profilen ist eine Wolke in Höhe von ca. 2.5 km sichtbar, die Signalstärke stimmt sehr genau überein.

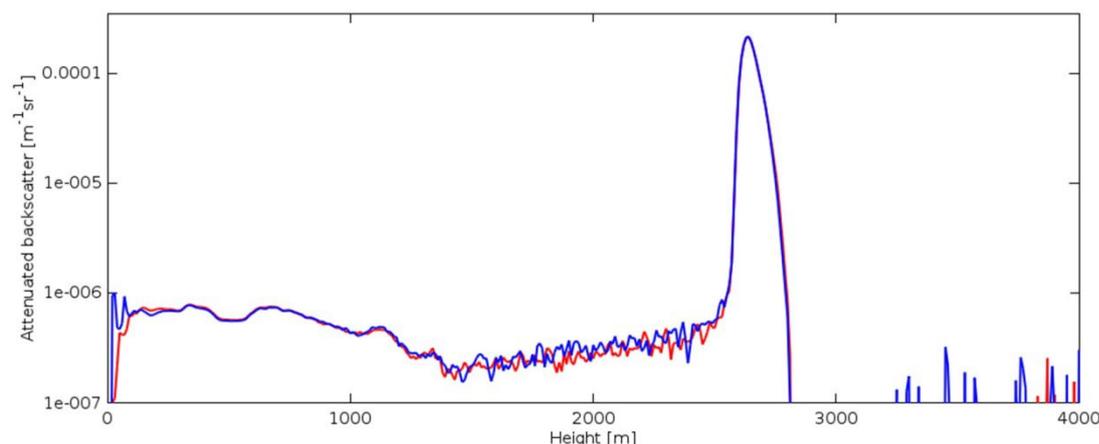


Abbildung 26 Normalisierte und kalibrierte Rückstreusignale von zwei verschiedenen Geräten.

Die folgende Formel wird verwendet, um die normalisierte Rückstreuleistung zu erhalten:

$$P(r) = \frac{P_{raw}(r) - b}{c_s \cdot O(r) \cdot I} \cdot \frac{p_{ref}}{p_{cal}}$$

Dabei entspricht  $P_{raw}$  dem rohen Rückstreusignal mit Fensterreflexkorrektur,  $b$  der Baseline und  $O(r)$  ist die Überlappungsfunktion. Das Rückstreusignal wird in den NetCDF-Dateien als gedämpfte Rückstreuung

$$\beta_{att} = P(r) \cdot r^2 \cdot c_{cal}$$

in  $m^{-1} \cdot sr^{-1}$  angegeben. Die gedämpfte Rückstreuung wird aus dem normalisierten Rückstreusignal  $P(r)$  durch Multiplikation mit  $r^2$  und einer Kalibrationskonstante  $c_{cal}$  berechnet.

In einem weiteren Verarbeitungsschritt werden Wolkenhöhen und Aerosolschichten bestimmt. Um das abnehmende Signal-Rausch-Verhältnis in größeren Höhen zu kompensieren, wird das Signal mit einer höhenabhängigen Mittelungszeit gemittelt, wie in Abbildung 27 dargestellt. In verschiedenen Höhenlagen variiert die Zeitmittelung von 15 Sekunden unter 3 km bis 300 Sekunden über 6 km.

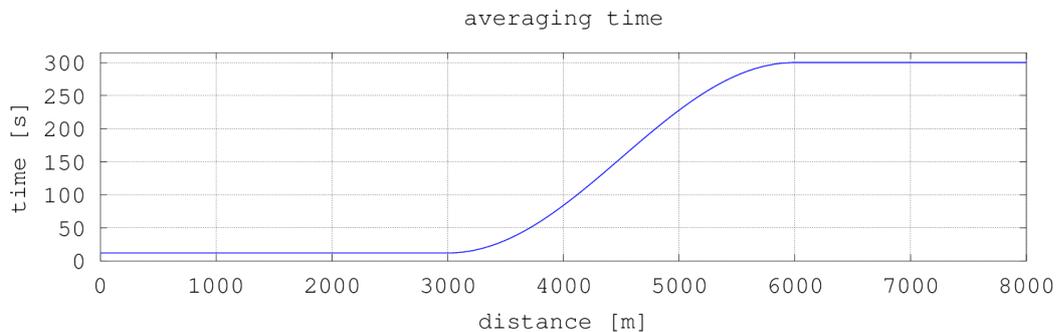


Abbildung 27 Beispiel für die Mittelung über verschiedene Zeiträume zur Bestimmung von Wolkenhöhen.

### 9.3 Wolkenunterkante und Eindringtiefe

Nach erfolgreicher Vorverarbeitung wird das gemittelte Rückstreuprofil verwendet, um Wolkenechos, Regen, Nebel und Aerosolschichten zu identifizieren und diese Ereignisse voneinander zu unterscheiden. Abbildung 28 zeigt einen Tagesintensitätsplot in dem alle signifikanten Rückstreusignale gegenüber dem Hintergrund geschwärzt wurden.

Der SCA Algorithmus identifiziert nun Niederschlagsereignisse und Aerosolstrukturen und berechnet anschließend die Wolkenhöhen und die Eindringtiefen in die Wolken.

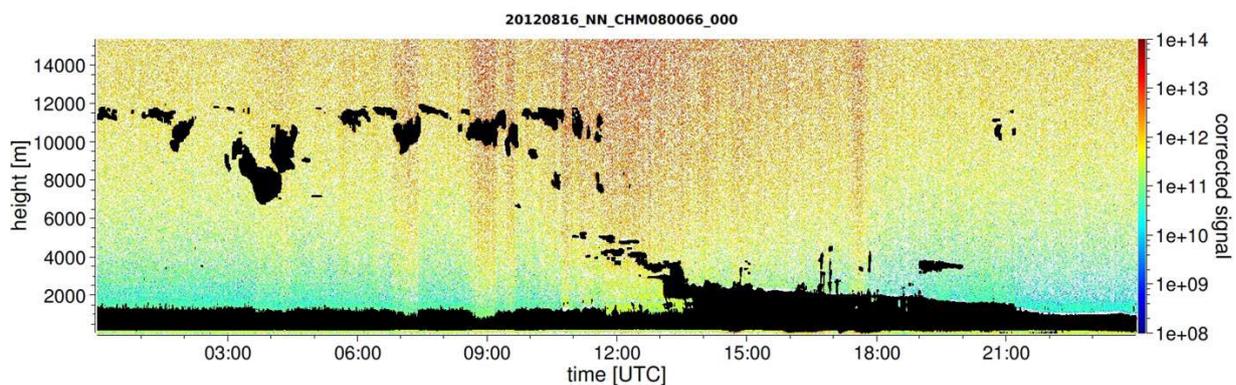


Abbildung 28 Wolkenerkennungsalgorithmus.

### 9.4 Wolkeneindringtiefe

Eine Wolkeneindringtiefe wird durch Erkennen einer Wolkenuntergrenze und danach einer oberen Wolkenhöhe unter Verwendung des Signalintensitätspegels ermittelt, der für die Wolkenbasis bestimmt wurde. Die Subtraktion dieser Werte ergibt die Wolkeneindringtiefe.

Eine Schwellen- und Gradientenmethode wird verwendet, um die Umgebung der identifizierten Werte zu überprüfen, um eine Unsicherheit der Eindringtiefe zu bestimmen. Abbildung 29 zeigt, wie der Auswertungsprozess für die Wolkenparameter durchgeführt wird.

Es ist zu beachten, dass die oben erwähnte obere Wolkenhöhe im Allgemeinen nicht der höchste Punkt der Wolke ist. Die Eindringtiefe und die Wolkendecke sind nur ähnlich, wenn das Ceilometer eine andere Wolkenschicht mit festem Ziel darüber erkennt. In den meisten Fällen wird das Laserlicht in der Wolke gestreut und stark abgeschwächt. Die Wolkendecke kann nicht mehr identifiziert werden.

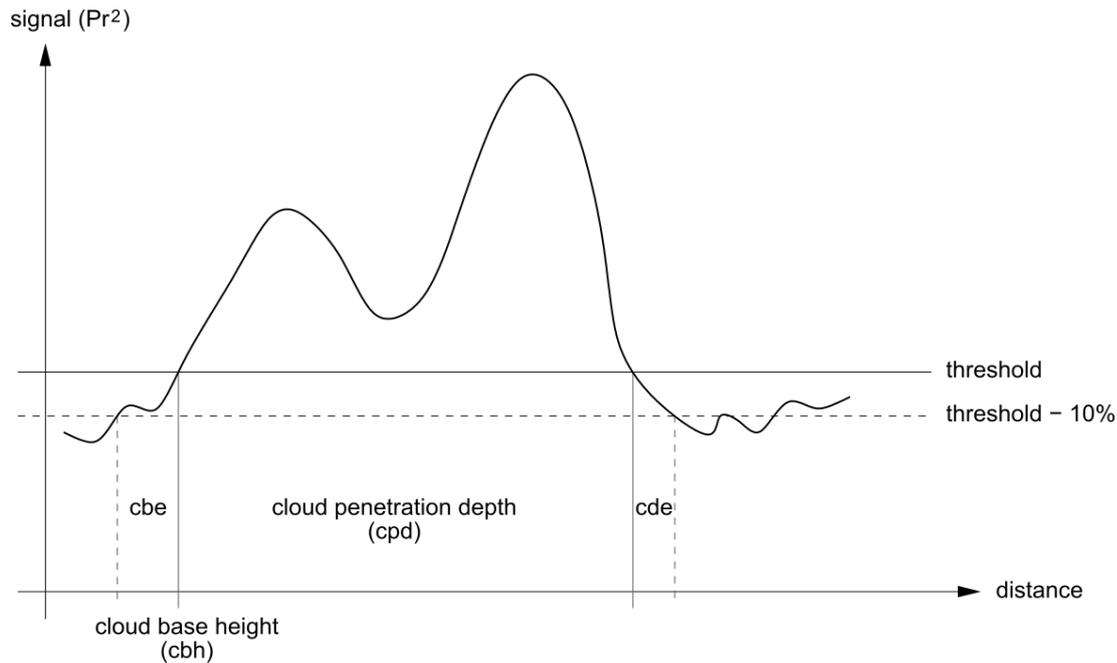


Abbildung 29 Diagramm zur Darstellung des Auswertungsprozesses für verschiedene Wolkenparameter.

## 9.5 Parameter zur Datenauswertung

Ein Satz von Parametern steuert die Datenauswertungsroutine. Systemabhängige Daten werden auf der Messeinheit (LOM) gespeichert. Die für die Benutzer zugänglichen Daten sind in Tabelle 5 und Tabelle 6 aufgelistet.

Wenn das Instrument geneigt ist und der Zenitwinkel korrekt eingegeben wird, werden der Wolkenabstand und andere Abstände um diesen Winkel korrigiert.

## 9.6 Bestimmung des maximalen Detektionsbereichs (MXD)

Der maximale Detektionsbereich entspricht der maximalen Entfernung, aus der noch signifikante Signale gemessen werden. Er ergibt sich aus dem Signal / Rauschverhältnis (S/N) in Abhängigkeit der Entfernung. In Höhen außerhalb der Grenzschicht werden signifikante Signale nur durch Wolken oder stärkere Aerosolschichten erzeugt. Der maximale Detektionsbereich wird unabhängig von dem Wolkenerfassungsalgorithmus berechnet und kann verwendet werden, um das Ergebnis, z. B. für den Fall, dass das Ceilometer weder eine Wolkenschicht noch eine vertikale Sicht erkennen kann, zu überprüfen. Hier kann das MXD zur Überprüfung verwendet werden, ob das Ergebnis „klarer Himmel“ korrekt ist.

## 9.7 Vertikale optische Sichtweite (VOR)

Die Methode zur Bestimmung der vertikalen Sichtweite (VOR: Vertikal Optical Range) ist in der ISO-Norm 28902-1:2012 beschrieben. Nachstehend ist Schritt für Schritt beschrieben, wie die VOR in dem Gerät bestimmt wird:

Zunächst werden alle Abschnitte im Rückstreusignal (siehe Abschnitt 9.2) mit einem Signal-zu-Rauschverhältnis >5 ermittelt. Für diese relevanten Intervalle wird die Klett-Inversionsmethode verwendet, um die Extinktion  $\alpha(r)$  zu bestimmen.

Die vertikale optische Sichtweite ist dort, wo das Integral der Extinktionen gleich 3 ist.

$$\int_0^{VOR} \alpha(r) dr = 3$$

Der Bereich zur Berechnung von VOR ist auf 3 km Höhe begrenzt. Die Datenausgabe hängt vom gewählten Datentelegramm ab. In den Standardtelegrammen 1 – 3 wird die vertikale Sichtweite immer übertragen, während in den Anwendertelegrammen 8 und 9, die dem CT25k-Datentelegramm entsprechen, VOR oder die Wolkenuntergrenze übertragen wird.

## 9.8 Niederschlag und Nebel

Nebel und verschiedene Niederschlagsarten werden über die Mehrfachstreuung erkannt. Typischerweise werden nur Einfachstreuungsprozesse als Signalquelle betrachtet. Starke atmosphärische Trübungen und eine hohe Partikeldichte erzeugen entsprechend ein stärkeres Signal als üblich nah am Gerät. Ein Integral über dem Signal in bestimmten Bereichen wird verwendet, um Trübung und Niederschlag zu bewerten.

## 9.9 Mischungsschichthöhe

Aerosole, die in Bodennähe ermittelt werden, breiten sich in der unteren Luftschicht aus, wobei die Obergrenze als planetare Grenzschicht (Festland) und maritime Grenzschicht (Offshore) definiert werden kann. Die unterste Aerosolschicht, die innerhalb der Grenzschicht identifiziert werden kann, kann als Mischungsschichthöhe (MXL) interpretiert werden. Wie alle Aerosolschichtstrukturen in der Grenzschicht hängt der MXL von den Witterungsbedingungen und an sonnigen Tagen meist von der Tageszeit ab.

Diese Aerosolschichthöhen können identifiziert werden durch Gradientensignaturen im Rückstreusignal. Die Qualität der erkannten Aerosolschichten hängt sehr stark von den lokalen Bedingungen und der Zeit ab. Tabelle 21 zeigt einen Index, der die Qualität der identifizierten Aerosolschichten in Bezug auf eine hohe Genauigkeit und eine niedrige Unsicherheit beschreibt.

Q-Index	Beschreibung
/ (telegram) -1 (NetCDF)	Es liegen nicht genügend Rohdaten für eine Berechnung vor.
- (telegram) -2 /NetCDF)	Hardwarefehler oder System ist nicht messbereit
/ (telegram) -3 (NetCDF)	Algorithmus kann keine Werte ermitteln.
0	Keine Partikelschicht detektiert (Index wurde in älteren Firmware-Versionen nicht berechnet)
1	Partikelschicht mit hoher Genauigkeit detektiert (< 50 m)
9	Partikelschicht detektiert, allerdings mit hoher Unsicherheit und niedriger Genauigkeit

Tabelle 21 Q-Index Beschreibung der Aerosolschichthöhe.

## 9.10 Bedeckungsgrad (BCC / TCC)

Der Wolkenbedeckungsgrad wird statistisch aus dem zeitlichen Verhalten der Wolkenuntergrenzen ermittelt. Dabei wird zwischen der Bedeckung durch die unterste Wolkenschicht (BCC: base cloud cover) und der gesamten Wolkenschichten (TCC: total cloud cover) unterschieden. Die Werte zu diesen Parametern werden ebenfalls in den NetCDF Dateien abgelegt.

Das betrachtete Zeitintervall ist höhenabhängig (siehe Abbildung 30). Für jedes Höhenintervall wird die Häufigkeit der auftretenden Wolkenschichten bestimmt. Dieses Histogramm wird mit einer höhenabhängigen Gewichtungsfunktion geglättet. Innerhalb dieser geglätteten Häufigkeitsverteilung werden die Peaks getrennt. Alle Wolkenuntergrenzen innerhalb eines Peaks werden zu einer Wolkenschicht zusammengefasst.

Abschnitte, die Wolkenuntergrenzen enthalten, werden mit der Gesamtzahl der Kegelabschnitte verrechnet. Die Wolkenbedeckungswerte werden aus diesem Vergleich in Prozent ausgedrückt. Der endgültige Bedeckungsgrad wird in Achtel angegeben. Tabelle 22 listet den WMO-Code 2700 für den Wolkenbedeckungsindex auf.

Achtel	Beschreibung
- (telegram) -2 (NetCDF)	System Hardwarefehler oder das System ist noch nicht betriebsbereit
/ (telegram) -1 (NetCDF) -3 (NetCDF)	Wolkenuntergrenzen konnten aufgrund von Nebel oder anderen nichtmeteorologischen Gründen nicht bestimmt werden oder es erfolgte keine Beobachtung

0	Klarer Himmel
1	1 okta: 1/10 – 2/10
2	2 okta: 2/10 – 3/10
3	3 okta: 4/10
4	4 okta: 5/10
5	5 okta: 6/10
6	6 okta: 7/10 – 8/10
7	7 okta oder mehr, aber <10/10
8	8 okta: 10/10
9	Himmel ist aufgrund von Nebel oder anderen meteorologischen Phänomenen bedeckt

Tabella 22 Bedeckungsgrad, WMO Code 2700 und Definitionen in Zehnteln.

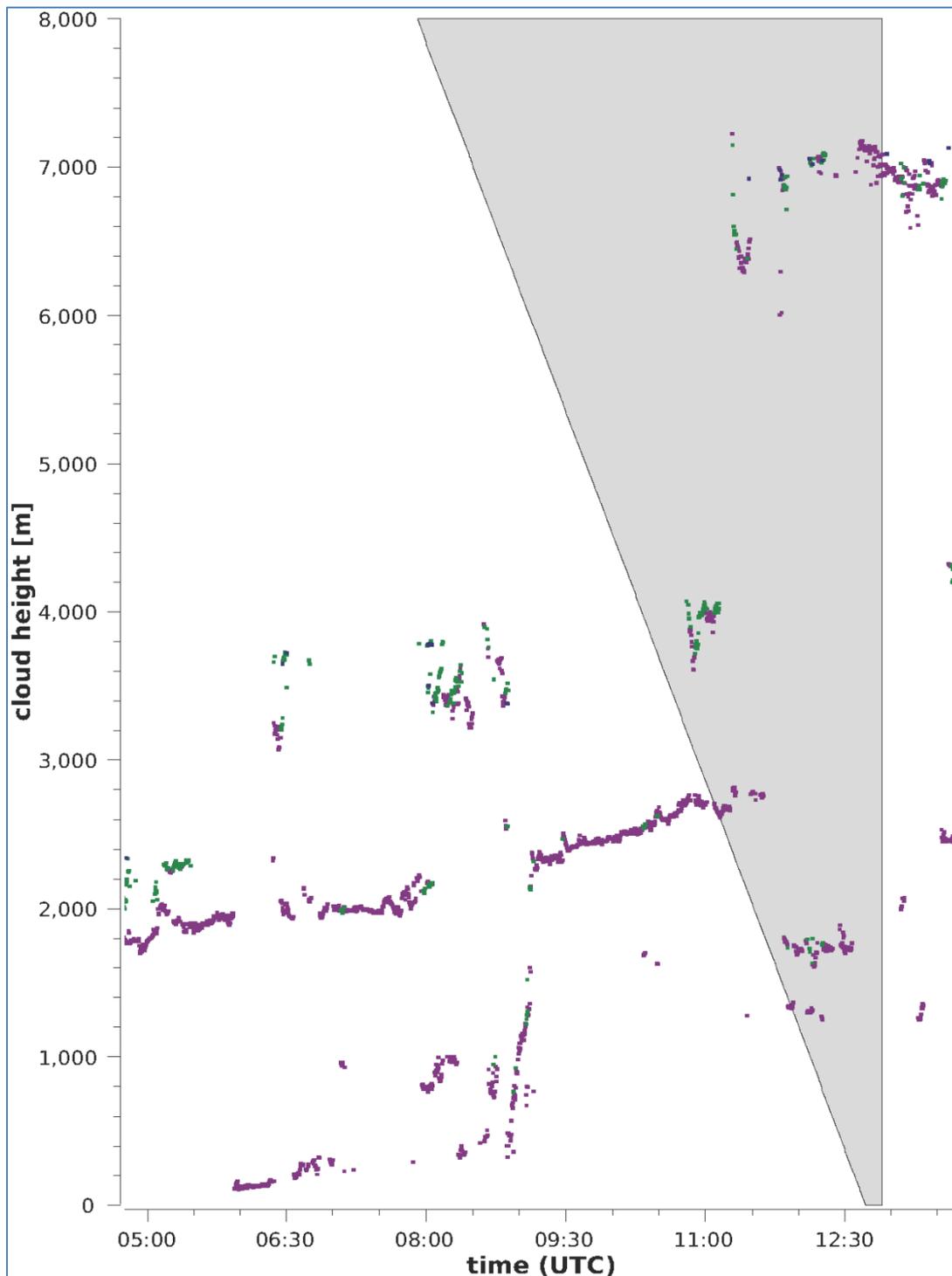


Abbildung 30 Bedeckungsgradalgorithmus.

Anmerkung: Das ausgewählte Zeitintervall für die Berechnung der Bewölkung ist abhängig von dem Bereich, in dem eine Kegelstumpffunktion zur Berechnung verwendet wird

## 9.11 Sky Condition Index (SCI)

Um bestimmte Ereignisse besser zu verstehen, wird der Sky Condition Index in das erweiterte Datentelegramm und die NetCDF-Dateien geschrieben. In älteren CHM-Systemen wurde die Variable als Niederschlagsindex behandelt.

Tabelle 23 zeigt, wie der Index definiert ist.

Wert	Beschreibung
-- -2 (NetCDF)	System Hardwarefehler oder das System ist noch nicht betriebsbereit (-2 in NetCDF)
00	Weder Nebel oder Niederschlag detektiert
01	Regen
02	Nebel
03	Schnee oder Eisregen
04	Scheibentransmission reduziert, Tropfen auf den Scheiben
// (telegram) -1 (NetCDF) -3 (NetCDF)	Es wird keine Beobachtung vorgenommen, im NetCDF werden die numerischen Werte -1, -3 anstelle von // im Telegramm verwendet

Tabelle 23 Sky Condition Index (SCI).

## 10 Reinigung, Wartung und Service-Instruktionen

<b>⚠ VORSICHT</b>	
	<p><b>Nach Einschalten der Spannungsversorgung sendet das CHM 8k unsichtbare Laserstrahlung der Klasse 1M aus der Öffnung oben am Gerät aus. Bei Betrachtung von Klasse 1M Strahlung mit optischen Instrumenten kann es zu schweren Augenverletzungen kommen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Der Laserstrahl darf auf keinen Fall direkt mit optischen Instrumenten (Fernglas) betrachtet werden.</li> <li>⇒ Den direkten Blick in den Laserstrahl vermeiden.</li> </ul>

Im Normalbetrieb kann die korrekte Funktion des Gerätes mit zwei LEDs überprüft werden (siehe Abbildung 31). Eine rote LED in der rechten unteren Ecke der Fensterflächen ist ein Indikator für einen Geräteausfall. Die LED leuchtet auf, wenn ein Hard- oder Softwarefehler vorliegt, der von der Hauptsteuerung erkannt wird. Für detaillierte Informationen über den übertragenen Fehler kann der Statuscode (siehe 8.5 Statuscode) herangezogen werden. Dieser wird in der Webschnittstelle (siehe Abbildung 17), den NetCDF-Dateien oder den RS485-Telegrammen angegeben.

Eine grüne LED in der linken unteren Ecke der Fenster zeigt an, dass die Netzspannung eingeschaltet ist. Wenn das Gerät eingeschaltet ist, muss diese LED leuchten. Ist dies nicht der Fall, deutet dies auf ein nicht angeschlossenes Kabel, einen abgeschalteten Leistungsschalter oder defekte Sicherungen hin.

### 10.1 Reinigung

Die Abschlusscheiben des inneren CHM 8k-Gehäuses sind mit einer Schlagenergie von 1 Joule getestet (IEC/EN 61010-1: IK06).

<b>⚠ WARNUNG</b>	
	<p><b>Der Betrieb des Sensors mit einer kaputten Abschlusscheibe kann zu einem elektrischen Schlag führen, der zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen kann. Die Splitter des Glases können zu Schnittverletzungen führen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Trennen Sie das Wolkenhöhenmessgerät über den externen Netztrennschalter sofort, wenn Sie feststellen, dass ein Sichtfenster beschädigt ist und sichern Sie es gegen Wiedereinschalten.</li> <li>⇒ Beim Umgang mit dem zerbrochenen Glas Schutzhandschuhe tragen.</li> <li>⇒ Senden Sie den Sensor zur Reparatur an die OTT HydroMet Fellbach GmbH zurück.</li> </ul>

<b>HINWEIS</b>	
<p><b>Das Gerät kann bei unzureichender / unsachgemäßer Wartung beschädigt werden.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Das CHM 8k benötigt eine regelmäßige Reinigung, um die Messqualität aufrechtzuerhalten.</li> <li>⇒ Das CHM 8k erfordert eine regelmäßige Wartung. Dies darf nur von Servicepersonal der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder speziell ausgebildeten Technikern durchgeführt werden.</li> <li>⇒ Detaillierte Wartungsanweisungen finden Sie im Servicehandbuch.</li> </ul>	

Intervall	Reinigung	Bemerkung / Hilfsmittel
vierteljährlich <sup>1</sup>	Reinigen der Glasscheiben (Abbildung 31): vor allem mit viel Wasser und etwas milder Seife. Etwas Seife vorsichtig mit den Händen auf den Fenstern verteilen und mit Wasser abspülen. Zum Schluss mit destilliertem Wasser nachspülen.	Geschirrspülmittel, Wasser, Hände <b>Keine Mikrofasertücher zur Reinigung der Scheiben verwenden!</b>
bei Bedarf	Beseitigen von Ablagerungen im Raum unterhalb der Gehäusehaube	neutrale Reinigungsmittel; Mikrofasertücher
bei Bedarf	Entfernen von Bewuchs vor den Eintrittsgittern der Lüfter (Rückseite)	Lüfteransaugbereich freihalten, siehe Abbildung 32
bei Bedarf	Schnee entfernen <sup>2</sup>	Lüfteransaugbereich freihalten, siehe Abbildung 32

Tabelle 24 Reinigungsintervalle / -maßnahmen.

<sup>1</sup> bei durchschnittlicher Staubbelastung von 25 – 35 µg/m³ in der Luft.

<sup>2</sup> wenn Schnee den Lufteintritt der Lüfter erreicht.



Abbildung 31 Zu reinigende Glasscheiben.

In der unteren rechten Ecke der Empfangsscheibe befindet sich die rote „Fehler-LED“.

1: Laserausgang auf der linken Seite mit grüner Kontrollleuchte in der linken unteren Ecke

2: Empfängereneingang auf der rechten Seite mit roter LED



Abbildung 32 Lüfteröffnung.

Der Bereich unterhalb der Lüfter ist von Schnee und Ablagerungen zu befreien.

## 10.2 Wartungsintervalle und Maßnahmen

<b>⚠️ WARNUNG</b>	
	<p><b>Im Fehlerfall können spannungsführende Teile im inneren Gerätegehäuse zugänglich sein. Das Berühren spannungsführender Teile kann zu einem elektrischen Schlag führen, der zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen kann.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Öffnen Sie nicht die innere Gehäusetür. Wartungsarbeiten dürfen nur von geschultem Servicepersonal durchgeführt werden. Alle Wartungsarbeiten erfordern eine technische Qualifikation in elektrischer Sicherheit.</li> <li>⇒ Schalten Sie den externen Leistungsschalter vor Wartungs- und Reparaturarbeiten aus und sichern Sie ihn gegen Wiedereinschalten.</li> </ul>

Tabelle 25 enthält die empfohlenen vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen und das Intervall für regelmäßige Kontrollen. Zur Durchführung der Wartungsmaßnahme muss die innere Gehäusetür geöffnet werden und die Arbeiten müssen daher vom Servicepersonal der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder vom autorisierten und geschulten Personal des Kunden durchgeführt werden.

Weitere detaillierte Informationen, die über den Umfang dieser Anleitung hinausgehen (Wartung, Austausch, Gerätedetails), finden Sie im Servicehandbuch. Dieses steht nur Mitarbeitern der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder speziell geschultem Personal zur Verfügung, die über ein schriftliches Befähigungszeugnis (gültiges Zertifikat) für die entsprechenden Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten verfügen.

Wenn Sie Fragen haben oder eine in dieser Betriebsanleitung genannte Vorgehensweise nicht zur Behebung eines bestehenden Problems beiträgt, empfehlen wir Ihnen, sich an den Servicetechniker vor Ort oder an die OTT HydroMet Fellbach GmbH zu wenden.

Intervall	Vorbeugende Wartungsmaßnahmen	Kommentar
regelmäßige Überprüfungen	Prüfung des Luftentfeuchterbeutels CONTAINER DRI II auf Unversehrtheit und ggf. Austausch	nur durch Service-Personal
mind. 1 x jährlich	Wechseln des Luftentfeuchterbeutels CONTAINER DRI II	nur durch Service-Personal
ca. alle 3 Jahre	Prüfung der Funktion des Akkupacks (nur bei Geräten mit USV-Option)	nur durch Service-Personal
ca. alle 3 – 5 Jahre	Ersetzen der SD-Karte	nur durch Service-Personal
ca. alle 5 Jahre	als vorbeugende Maßnahme: Austausch der Gummidichtung der Innentür (bei Materialermüdung)	nur durch Service-Personal
ca. alle 5 Jahre	als vorbeugende Maßnahme: Ersetzen der Blitzschutzelemente (auch nach Blitzschlag)	nur durch Service-Personal

*Tabelle 25 Vorbeugende Wartungsintervalle und -maßnahmen.*

## 11 Anhang

### 11.1 CHM 8k Gerätehardware-Version

Revision	Umstellungsdatum	Änderungen	Kommentar
REV V1	01.03.2018		Erster Serienstand
REV V2	01.08.2018	Update Innenverkabelung, Update Leiterplatten	
REV V3	01.08.2019	Update Mainboard	
REV V4	15.12.2019	Update Lasermonitor	
REV V5	11.05.2020	Ansteuerung Lüftertrafo	
REV V6	12.05.2020	Update Mainboard	
REV V7	01.11.2020	Update US-Variante	
REV V8	07.05.2021	Update Mainboard	Ursache: Bauteilumstellung
REV V9	10.09.2021	Update Mainboard	Ursache: Bauteilumstellung
REV V10	08.02.2022	Neuer Detektor	
REV V11	01.05.2022	USV integriert, neue LOM- und Temperaturfühler mit robustem Kabel	USV-Varianten entsprechend der Bestellnummern Punkt 3.1 auf Seite 9

Tabelle 26 Hardwareversionen (Hardwareversion 0 heißt, dass der Wert nicht gesetzt ist).

### 11.2 CHM 8k Software-Version

Die erste CHM 8k-Firmware basiert auf der Version 0.748 für das CHM 15k Nimbus.  
Das Operating System Version 18.04.1, basierend auf Version 17.05.1 des CHM 15k Nimbus.

Die in Tabelle 27 aufgeführten FPGA-Versionen gelten erst ab Gerätehardware REV V2.

OS / FPGA Release	Beschreibung	Veröffentlicht
FPGA 4.17 (11.09.18)	1. Modul für Laserstatus und Watchdog	Sep 2018
FPGA 4.18 (10.01.19)	1. Modul für Laserstatus/ -reset	März 2019
FPGA 4.20 (31.10.19)	1. Modul für Laserstatus / -reset 2. Modul für Mainboardlüfterüberwachung	Sept. 2019
FPGA 4.22 (22.09.2020)	1. Modul Relaisansteuerung bei CPU-Fehler	Sept. 2020
OS 18.10.1	Nur Fertigungsrelevant 1. Korrektur Skriptname zur EEPROM-Inbetriebnahme	Okt 2018

Tabelle 27 Betriebssystem / FPGA Releases.

Firmwareversionen auch für Geräte mit FPGA-Version  $\leq 4.17$  geeignet:

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
0.753	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neues NetCDF-Format mit neuen Variablen <ul style="list-style-type: none"> <li>- beta_att abgeschwächte Rückstreuung (ersetzt beta_raw)</li> <li>- temp_las Lasertemperatur</li> <li>- laser_power Laserleistung</li> <li>- voltage_las Laserspannung</li> <li>- voltage_det Detektorspannung</li> <li>- voltage_led LED-Spannung</li> <li>- voltage_dc DC Spannung</li> <li>- background_det Detektor Hintergrundlicht</li> <li>- p_ref PIN-Dioden-Signal</li> <li>- c_cal Kalibrationskonstante</li> <li>- p_window Scheibensensorsignal</li> <li>- humidity Luftfeuchte im Gehäuse</li> <li>- fan Lüfteraktivität</li> </ul> </li> <li>2. Laserleistungsüberwachung mit Abschaltmechanismus</li> <li>3. Neues Passwort für Web-Interface (Superuser)</li> <li>4. Überarbeitung Einstellungskonzeptes (chmsettings.txt)</li> <li>5. Neuordnung von Statuscodes</li> <li>6. Separate Laserlaufzeit im EEPROM</li> <li>7. Neues Linux Betriebssystem (OS 18.04.1)</li> </ol>	Mai 2018
1.000	<p>Benötigt FPGA-Version 4.17 und Hardware-Version REV V02</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Universelle RS485-Adresse 99 eingeführt</li> <li>2. Eskalierende Status-Codes in Telegramm 1 und 5</li> <li>3. Ausgabe von Status-Information nach Geräteeustart</li> <li>4. Sieben weitere Kommentar-Speicher zur Kundenverfügung Ausgabe in Telegramm 4 (Achtung: variable Länge)</li> <li>5. Sichtweitenbestimmung auf Daten aus aktuellem Logging-Intervall</li> <li>6. Zeitliche Mittlung für den Wolkenerkennungsalgorithmus erst oberhalb 3.050 m</li> <li>7. MIME-Typ für den Download verschiedener Settings-Dateien (chm*, afd*, telegram) korrigiert</li> <li>8. Kalibrationskonstante auf <math>3.2e-12</math> gesetzt (Achtung: Die Messdaten beta_att im NetCDF sind ca. 4.44 mal größer als in Version 0.753)</li> <li>9. ApdControlMode 2 eingeführt (Automatische Wahl einer vom Detektor-Breakdown abhängigen Detektor-Spannung mit Temperaturnachführung.)</li> <li>10. Erweiterung der automatischen Funktionskontrolle (Kabel-Tests, Settings)</li> <li>11. LaserFrequencyMode zum Verändern der Laserwiederholrate eingeführt; Der LaserFrequencyMode (LFM) kann im ServiceMode über RS485 und das Webinterface gesetzt werden.</li> </ol>	Sep 2018
1.010	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Firmware läuft auch mit älterer Hardware / FPGA (Versionsabhängiger Umgang mit Laser-Status-Meldungen)</li> </ol>	Nov. 2018

Tabelle 28 Firmwareversionen auch für Geräte mit FPGA-Version  $\leq 4.17$ .

Firmwareversionen nur für Geräte mit FPGA-Version  $\geq 4.18$  geeignet:

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
1.020	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Automatisches Telegramm Senden über LAN möglich: LanTransferMode (LTM) (0 = polling, 1 = auto)</li> <li>2. Umbenennung der Einstellung LanTelegramMode in LanTelegramNumber (LTN)</li> <li>3. Schalter SystemStatusMode (SSM) für zu verwendenden StatusCode-Type in den Telegrammen eingeführt (0 = normal, 1 = eskalierend) (Default-Wert 1)</li> <li>4. Zusätzliche Informationen (MAC-Adresse, CPU-Seriennummer, Overlap-Info, Mainboard- und CPU-Version) werden bei Download in chmsettings.txt geschrieben.</li> <li>5. 'Process Warning'-Reiter in 'Process Status' umbenannt</li> <li>6. Ntp-Status in 'Process Status'-Reiter anzeigen, wenn NtpMode 1 ist und Erreichbarkeit des NTP-Servers (Teil des Ntp-Status) über RS485 abfragbar (NtpStatus (NST))</li> <li>7. CloudDetectionMode-Bit 1 für Wolken- und mxd-Erkennung auf baseline-kompensierten Signal eingeführt</li> <li>8. Fensterreflex-Korrektur wird in den Rohdaten durchgeführt; Neue NetCDF-Variable 'win_param' für den Skalierungsfaktor der Fensterreflex-Korrektur</li> <li>9. NetCDF-Änderung: Anpassung des scale_factor für die Variable voltage_det (0.01-&gt;0.1, Überlauf bei Spannungen größer 327.67 V vermeiden)</li> <li>10. Keine Beeinträchtigung der Daten-Verarbeitung während des Downloads von zahlreichen NetCDF-Dateien übers Web-Interface.</li> <li>11. Web: Neues Logo; CHM-Seriennummer und Favicon im Browser-Tab anzeigen</li> <li>12. Skalierung für die Web-Viewer-Ansicht korrigiert</li> <li>13. Mainboard-Lüfter über RS485 (ToggleMainboardFan (TMF)) temporär (für 10 Minuten) anschaltbar. Status wird in NetCDF und Telegramm ausgegeben.</li> <li>14. Minimal-Wert von RangeDimHr auf 10 gesetzt</li> </ol>	Sep 2019
1.030 1.040	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Löschen der Netcdf-Dateien zum Monatswechsel, nur wenn zip erfolgreich war.</li> <li>2. Bugfix (Netcdf-Erzeugung)</li> </ol>	Nov. 2019 Jan. 2020
1.050	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Weitere Telegramme (6 und 7) vordefiniert, siehe Abschnitt 8.3.6.</li> <li>2. Ausgaben im Device-Reiter des Web-Interfaces erweitert und Reduzierung der Aktualisierungszeit.</li> <li>3. WIGOS Station Identifier eingeführt.</li> <li>4. Status-Code überarbeitet (NTP-Status und Luftfeuchte-Warnungen eingeführt), siehe Abschnitt 8.5.</li> <li>5. Parameter NetcdfMode eingeführt, siehe Tabelle 15.</li> <li>6. Verbesserung der Aerosolschichterkennung und des Qualitätsindex pbs.</li> <li>7. Korrektur der Berechnung von Optical State (state_optics) und damit dem Auftreten der Warnung zur Fensterscheibenschmutzung.</li> <li>8. Firmware für Zusammenarbeit mit neuem CHM-Wolken-Simulator angepasst.</li> <li>9. Rückmeldungsverhalten bei Firmware-Updates über das Web-Interface überarbeitet.</li> <li>10. Einstellbare Laserfrequenzen verändert, siehe Abschnitt 8.1.</li> <li>11. Bugfixes</li> </ol>	Sep. 2020

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
1.060	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anpassungen im Wolkenerkennungsalgorithmus im „CHMTest“-Modus auf Grund von Hardwareänderungen am CHM-Wolken-Simulator.</li> <li>2. Grenzen für Temperaturfehler wurden an spezifizierten Temperaturbereich angepasst, interne Temperatur bis 65°C und Außentemperatur bis 60°C.</li> </ol>	Okt. 2020
1.070	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umsortierung des Status-Codes. „Note: NTP problem“ auf Bit 12 gelegt, siehe Abschnitt 8.5.</li> <li>2. Änderungen in den Telegrammen 1 bis 5: Ausgabe von Wolkenhöhenoffset statt Altitude, siehe Abschnitt 8.3.3ff</li> <li>3. Änderungen in den Telegrammen 1 bis 3: Wolkenhöhenoffset bei nicht negativen Werten ohne „+“ ausgeben. Damit können maximal Wert von 9999 statt nur +999 (Meter oder Fuß, je nach Einstellung) ausgegeben werden.</li> <li>4. Ausgabe der Meldungen des eskalierenden Status-Code ab 0x8000 0000 in den Telegrammen korrigiert.</li> </ol>	Nov. 2020
1.080	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bugfix: Stellenanzahl von Wolkenhöhenoffset in Telegramm 1 und 5 wieder auf 4 fixiert.</li> </ol>	Dez. 2020
1.090	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Telegramme: Beim Überlauf eines Telegrammfeld-Wertes wird das Feld mit '?' gefüllt, außer in der telegramformat.xml ist für dieses Feld ein gültiger Überlaufwert gesetzt, siehe Dokument "XML-Telegrammformatbeschreibung für den Wolkenhöhenmesser".</li> <li>2. Telegramm 1 und 5: Überlaufwert "9999" für Wolkeneindringtiefe (CPD) gesetzt</li> <li>3. Telegramm 2 und 4: Überlaufwert "9999" für Abweichung der Eindringtiefe (CDE) gesetzt</li> <li>4. Hochladen der Telegrammbeschreibungsdatei telegramformat.xml über das Web-Frontend als "SuperUser" möglich.</li> <li>5. Zeichenketten-Parameter (Location, Institution usw.) werden nach Eingabe auf ihre maximale Länge abgeschnitten, siehe Tabelle 5.</li> </ol>	Mär. 2021
1.100	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erkennung der neuen CHM8k-Mainboards Rev. 7.</li> <li>2. Korrektur der Checksumme der CL31-Telegramme</li> </ol>	Mai 2021
1.110	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beenden der Firmware überarbeitet. (Zeit auf ca. 4s reduziert)</li> <li>2. Downgrade von Firmware nicht mehr möglich.</li> <li>3. Firmware funktioniert auch mit rangeEnd&lt;6000m</li> <li>4. NTP-Status (Status-Bit 12) wird nicht mehr über die rote Gehäuse-LED angezeigt.</li> <li>5. CHMTestMode ist nach Anschalten über die RS485-Schnittstelle auch über das Web-Frontend ausschaltbar.</li> <li>6. Detektorabhängige Spannung-Regelung im ApdControlMode 1 und 2.</li> </ol>	Mär. 2022

Tabelle 29 Firmwareversionen für Geräte mit FPGA-Version ≥ 4.18.



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



**OTT HydroMet Fellbach GmbH**  
Gutenbergstraße 20  
70736 Fellbach

Telefon: +49 711 518 22 – 0  
[met-info@otthydromet.com](mailto:met-info@otthydromet.com)  
[www.lufft.com](http://www.lufft.com)