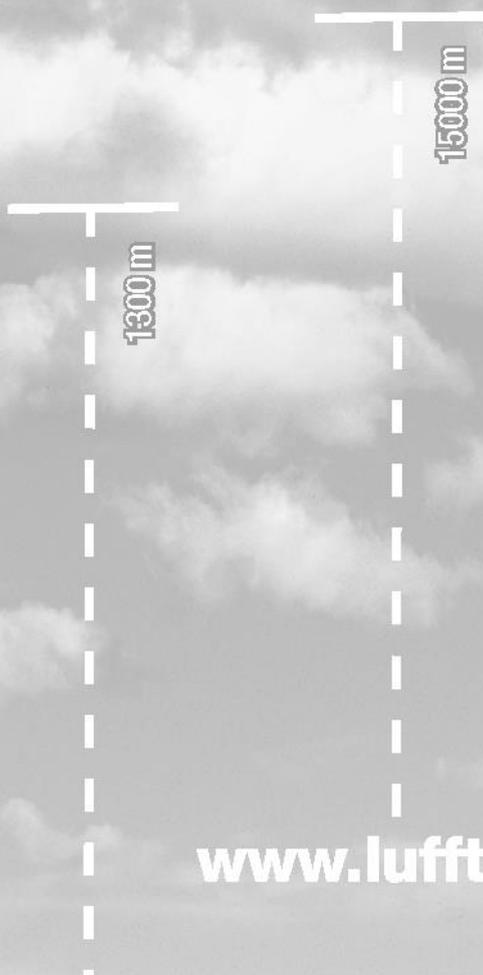


# Betriebsanleitung Lufft CHM 15k Ceilometer

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>
1.1	Verwendete Symbole.....	5
<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 Warnhinweise.....	6
2.5.1	Beschreibung der Gefahrensymbole.....	6
2.5.2	Bedeutung der Gefahrenhinweise.....	6
2.6	Sicherheitskennzeichnung am CHM 15k.....	7
2.7	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	7
<b>3</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>8</b>
3.1	Bestellinformationen.....	8
3.2	Technische Daten.....	8
<b>4</b>	<b>Technische Beschreibung</b> .....	<b>11</b>
4.1	Aufbau des CHM 15k.....	11
4.2	Funktionseinheiten des Innengehäuses.....	12
4.2.1	Funktionsschema.....	12
4.2.2	Funktionskontrolle und Gerätestatus.....	13
<b>5</b>	<b>Transport und Lieferumfang</b> .....	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Installation</b> .....	<b>15</b>
6.1	Aufstellen des CHM 15k.....	15
6.1.1	Vorbereitende Arbeiten.....	15
6.1.2	Aufstellen auf Fundament.....	16
6.2	Elektrische Installation.....	18
<b>7</b>	<b>Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme</b> .....	<b>22</b>
7.1	Inbetriebnahme mit der RS485-Verbindung.....	22
7.2	Inbetriebnahme mit der LAN-Verbindung.....	23
7.3	Außerbetriebnahme.....	24
7.4	Entsorgung.....	25
<b>8</b>	<b>Kommunikation über RS485 &amp; Ethernet</b> .....	<b>26</b>
8.1	Liste der konfigurierbaren Parameter.....	26
8.2	Gerätekonfiguration mit RS485.....	31
8.2.1	Auslesen eines Parameters.....	31
8.2.2	Setzen eines Parameters.....	32
8.2.3	Baudratenänderung.....	32
8.2.4	Neustart des Embedded Linux-Systems / Werkseinstellungen.....	33
8.2.5	Änderung der Zeiteinstellungen.....	33
8.3	Datenabfrage RS485.....	34
8.3.1	Pollingbetrieb.....	34
8.3.2	Automatischer Ausgabemodus.....	34
8.3.3	Standarddatentelegramm.....	35
8.3.4	Erweitertes Datentelegramm.....	36
8.3.5	Rohdatentelegramm.....	39
8.3.6	Weitere Datentelegramme.....	41

8.4	Aufbau des NetCDF-Formates .....	41
8.4.1	Allgemeines .....	41
8.4.2	Grundlagen .....	41
8.4.3	Dateinamen .....	41
8.4.4	Formataufbau .....	42
8.4.5	Sonderwerte der Auswerteparameter .....	47
8.5	Statuscodes .....	47
8.5.1	Eskalierende Statuscodes .....	48
8.6	Firmware Update .....	51
8.7	Kommunikation via Ethernet-Web-Interface .....	51
8.7.1	Geräteüberblick und Zugriffsrechte (Device Reiter) .....	51
8.7.2	Zugriff auf die Messdaten (NetCDF Files, Viewer) .....	52
8.7.3	Konfiguration des CHM 15k (Config Reiter) .....	53
8.7.4	Status- und Fehlermeldungen (Process Status) .....	56
8.7.5	Time server .....	58
8.8	AFD Modus .....	58
8.9	Telegram via Ethernet .....	59
8.10	NetCDF-Datei-Tools .....	60
<b>9</b>	<b>Datenauswertung / Sky Condition Algorithm (SCA) .....</b>	<b>61</b>
9.1	Laserfernerkundung .....	61
9.2	Aufbereitung der Messdaten .....	61
9.3	Wolkenunterkante und Eindringtiefe .....	62
9.4	Wolkeneindringtiefe .....	62
9.5	Parameter zur Datenauswertung .....	63
9.6	Bestimmung des maximalen Detektionsbereichs (MXD) .....	63
9.7	Vertikale optische Sichtweite (VOR) .....	63
9.8	Niederschlag und Nebel .....	64
9.9	Mischungsschichthöhe .....	64
9.10	Bedeckungsgrad (BCC / TCC) .....	64
9.11	Sky Condition Index (SCI) .....	67
<b>10</b>	<b>Reinigung, Wartung und Service-Instruktionen .....</b>	<b>68</b>
10.1	Reinigung .....	68
10.2	Wartungsintervalle und Maßnahmen .....	70
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>72</b>
11.1	CHM 15k Hardwareversion .....	72
11.2	CHM 15k Software-Version .....	72
<b>12</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>78</b>
<b>13</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>79</b>

# 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: Februar 2021

Dokumentationsnummer: 8350.MEP

Diese Betriebsanleitung ist gültig für folgende Gerätevarianten:  
CHM 15k mit den Bestellnummern

8350.00	8350.10
8350.01	8350.B050
8350.01-BW	
8350.03	

## 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
Juli 2015	R06	alle Kapitel überarbeitet
Juli 2016	R07	Behebung kleiner Fehler
November 2016	R09	Firmware 0.743, alle Kapitel überarbeitet
Mai 2017	R10	Anpassungen Lasersicherheit
Juli 2019	R13	Umfassende Überarbeitung, insbesondere Sicherheitshinweise
Januar 2020	R15	Neue Firmware, Korrekturen
September 2020	R16	Neue Firmware, Korrekturen
Februar 2021	R17/R18	Anpassung an Firmware-Neuerungen 1.070/1.080, Adressänderung

## Copyright

© 2021

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.

## 1.1 Verwendete Symbole



Anmerkungen für die reibungslose Verwendung des Gerätes.



Erforderlicher Handlungsschritt

## 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/ceilometer-chm-15k-nimbus-2300/>

### 2.2 Sicherheitshinweise zum Lasersystem

Der CHM 15k Wolkenhöhenmesser ist ein Klasse 1M Laserprodukt nach IEC 60825-1:2014-06. Er entspricht den Vorgaben von 21 CFR 1040.10 mit Ausnahme von Abweichungen gemäß Laser Notice No. 50 vom 24. Juni 2007. Aus dem Wolkenhöhenmessgerät CHM 15k tritt unsichtbare Laserstrahlung (1064 nm) mit kleiner Divergenz ( $<0.5\text{mrad}$ ) und einem Strahldurchmesser von 90 mm aus. Es befindet sich ein Warnhinweis auf der Vorderseite des Gerätes (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:

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

Die Laserstrahlung, die von dem CHM 15k Wolkenhöhenmesser abgestrahlt wird, wird von einem integrierten Klasse 3B Laser 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 15k darf nur von geschultem und sicherheitstechnisch unterwiesenem Personal aufgestellt und in Betrieb genommen werden. Der elektrische Anschluss des CHM 15k darf nur von einer Elektrofachkraft ausgeführt werden.
- Wartungs- und Einstellarbeiten am CHM 15k dürfen nur vom Servicepersonal der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder von autorisiertem und geschultem Personal des Kunden ausgeführt werden.
- Jede Person, die beauftragt ist, das CHM 15k 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 15k darf nur in verpacktem Zustand und in Transportlage (siehe Abbildung 5) mit geeigneten Hebezeugen und Transportmitteln verladen und befördert werden

- Das verpackte CHM 15k muss ausreichend gegen Verrutschen, Stoß, Schlag u. Ä. im Transportmittel gesichert werden, z. B. mit Spanngurten
- Wird das CHM 15k nicht sofort montiert, ist es vor äußeren Einflüssen geschützt und ausreichend gesichert zu lagern
- Für das Aufstellen des CHM 15k sind mindestens 2 Personen erforderlich
- Nach Aufstellen des CHM 15k 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 15k nicht mit beschädigter Scheibe; schicken Sie das Gerät an die OTT HydroMet Fellbach GmbH zur Reparatur
- Explosionsgefahr: das CHM 15k ist nicht für explosionsgefährdete Bereiche zugelassen

## 2.5 Gestaltung der Warnhinweise

### 2.5.1 Beschreibung 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>⚠️ 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.
<b>HINWEIS</b>
Kennzeichnet eine Situation, welche bei Nichtbeachtung das Gerät beschädigen kann.

## 2.6 Sicherheitskennzeichnung am CHM 15k

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

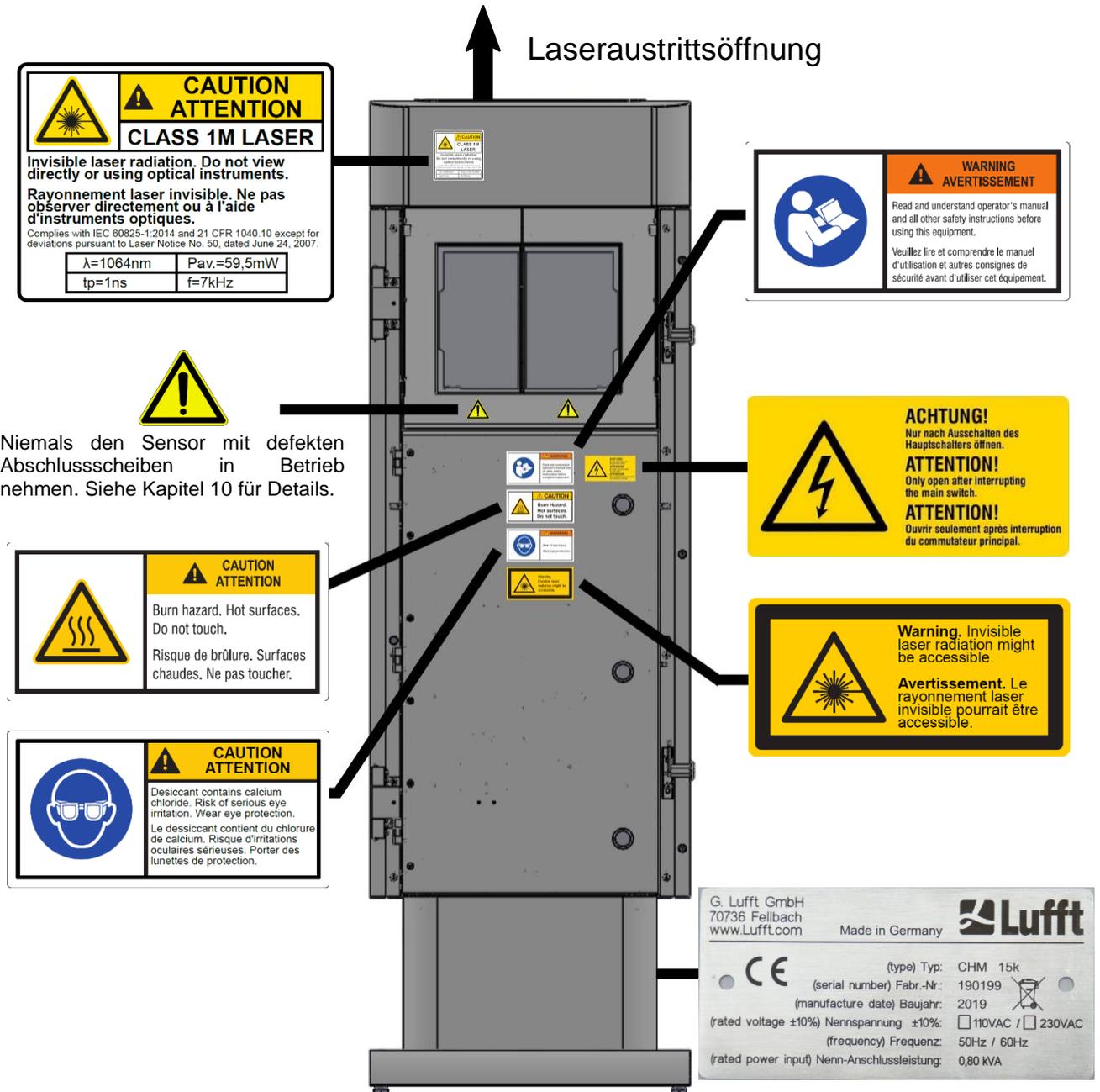


Abbildung 1 Sicherheitskennzeichnung.

## 2.7 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Betriebssicherheit des CHM 15k 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 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).

## 3 Technische Daten

### 3.1 Bestellinformationen

Gerätevarianten			
Bestellnummer	Beschreibung	Stromversorgung	Kabellänge
8350.00	CHM 15k EU Basis	230 VAC $\pm$ 10%	10 m
8350.01	CHM 15k EU + DSL Modem	230 VAC $\pm$ 10%	3 m
8350.01-BW	CHM 15k EU + DSL Modem + AIT-Kennung	230 VAC $\pm$ 10%	3 m
8350.03	CHM 15k EU + DSL vorbereitet	230 VAC $\pm$ 10%	10 m
8350.10	CHM 15k US/CA	115 VAC $\pm$ 10%	10 m
8350.B050	CHM 15k EU Basis	230 VAC $\pm$ 10%	50 m

Tabelle 1 Gerätevarianten.

Allgemeiner Hinweis: Die Standardkabellänge ist 10 m für RS485, LAN (oder DSL) und Stromversorgung. DSL, Batteriebackup sind Optionen und sind auch für die 115 VAC Varianten erhältlich.

### 3.2 Technische Daten

Messparameter	
Messbereich	0 m ... 15 km (0 ... 50000 ft)
Wolkenerkennungsbereich	10 m ... 15 km (33 ... 50000 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	Nd:YAG Festkörperlaser, diodengepumpt
Wellenlänge	1064 nm
Bandbreite	0,1 nm
Ausgangsleistung $P_{avg}$ (max)	59,5 mW
Pulswiederholrate	5 – 7 kHz
Pulsdauer	1 ns
Strahldivergenz	<0.5 mrad
Filterbandbreite	1 nm
Langzeitstabilität über 12 Monate (Pulswiederholrate)	<10 %
FOV-Empfänger	0,45 mrad
Erweiterter NOHD	1 km (für 50 mm Apertur)

<b>Datenschnittstellen</b>	
Standard-Schnittstellen	RS485 halbduplex (ASCII); LAN (http, (S-) FTP, NetTools)
Optionale Schnittstellen	DSL, RS232 (Service)
<b>Elektrische Parameter</b>	
Stromversorgung	230 VAC $\pm 10\%$ <u>oder</u> 115 VAC $\pm 10\%$
Netzfrequenz	50 Hz, 60 Hz
Stromverbrauch	Max. 800 VA mit Gehäuseheizung (Standard); Max. 300 VA ohne Gehäuseheizung
Stromverbrauch in W (abhängig von Netzspannung)	Heizung Messeinheit: 250 W @ 115 / 230 VAC Gehäuseheizung: 450 W @ 115/ 230 VAC
UPS Funktion (optional)	Interne Backup-Batterie für die Elektronik (> 1 Std.)
<b>Gerätesicherheit</b>	
Umweltanforderungen	ISO 10109-11
Laserschutzklasse	1M nach IEC 60825-1:2014, entspricht CFR 1040.10
Schutzart	IEC/ EN 60529: IP 65; IEC/EN 61010-1: IK06 (1 Joule)
Schutzklasse	Schutzklasse I (Schutzleiter erforderlich)
Überspannungskategorie	II
Verschmutzungsgrad im IP65 Gehäuse	2
EMV	EN 61326 Klasse B (Industriebereich)
Konformität	CE
<b>Betriebsbedingungen</b>	
Temperaturbereich	-40 °C bis +55 °C
rel. Luftfeuchte	0 % – 100 %
Wind	60 m/s
Maximale Betriebshöhe	5000 m
<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 Installation</b>	
Geeignete Niederspannungs- Verteilungssysteme	TN-S-System: geerdetes Netz, Gehäuse CHM 15k geerdet, Neutral- und Schutzleiter separat ins Gerät geführt und angeschlossen TN-C-S-System: Gehäuse CHM 15k geerdet, Neutral- und Schutzleiter in einem Leiter außerhalb des Gerätes kombiniert, aber separiert in das Gerät eingeführt und angeschlossen
Anschlussart	Festanschluss, Erdung mittels Erdanschlussklemme (siehe 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 dem CHM 15k - leicht erreichbar - als zum CHM 15k gehörend gekennzeichnet - Vorsicherung: 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 Auflösung über 15 km Reichweite mit 15 s Auflösung → 24 MB Größe der Tagesdatei (22,5 MB davon Rückstreusignal);

## 4 Technische Beschreibung

Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 15k 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 15k verwendet als Messprinzip die Lidar-Methode (Lidar: light detection and ranging): Kurze Lichtimpulse, die von einem Mikrochip-Festkörperlaser 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 die Rückstreuintensität  $\beta_{\text{raw}}$  als ersten Ausgabeparameter des Gerätes zu berechnen. Aus  $\beta_{\text{raw}}$  kann der abgeschwächte Rückstreuoeffizient  $\beta_{\text{att}}$  mit einer für die CHM 15k-Geräte gültigen Kalibrierungskonstante berechnet werden. Aus diesen Daten werden die verschiedenen Zielparameter wie die Wolken- und die Aerosolschichthöhen berechnet. Das CHM 15k Detektionssystem basiert auf einem Photonenzählverfahren. Es kann nur in Kombination mit einem Laser verwendet werden, wie er im CHM 15k integriert ist. Die schmale Laserbandbreite ermöglicht die Verwendung eines 1 nm (oder weniger) breiten optischen Filters vor dem Detektor, der benötigt wird, um das Hintergrundlicht effizient zu unterdrücken und Daten über mehrere Minuten zu mitteln. Die Mittelung von Signalen, um ein bestimmtes Signal-zu-Rauschverhältnis zu erreichen, ist entscheidend für Lidar-Messungen, die Aerosolprofile erzeugen. Im Vergleich zu analogen Messverfahren zeichnen sich diese Verfahren durch eine sehr hohe Detektionsgenauigkeit und Empfindlichkeit aus. Die Technik ist auch robust gegen Störungen im Signal.

Das CHM 15k Wolkenhöhenmessgerät ist:

- ein Kompaktgerät, inklusive Heizungs- und Fensterlüfter
- unter den in den technischen Daten (siehe 3 Technische Daten) 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 15k

Das Gehäuse des CHM 15k 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 ist die Öffnung für Laseraustritt und Lasereintritt enthalten. 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 15k. Die Kabeldurchführungen für Datenleitung, Stromzufuhr, Erdung und Anschluss der außenliegenden Lüfter werden über Stopfbuchsen realisiert. Zum Druckausgleich besitzt das Innengehäuse ein Druckausgleichselement mit einer Goretex®-Membran.

Den oberen Abschluss des Innengehäuses bildet ein zweigeteiltes Sichtfenster aus entfärbtem 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 15k.

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
- Transformator 48 VCD für Lüfter
- Lüfter und Temperatursensorik
- Blitz- und Überspannschutzeinrichtung für Stromkabel, LAN, RS485

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

### 4.2.1 Funktionsschema

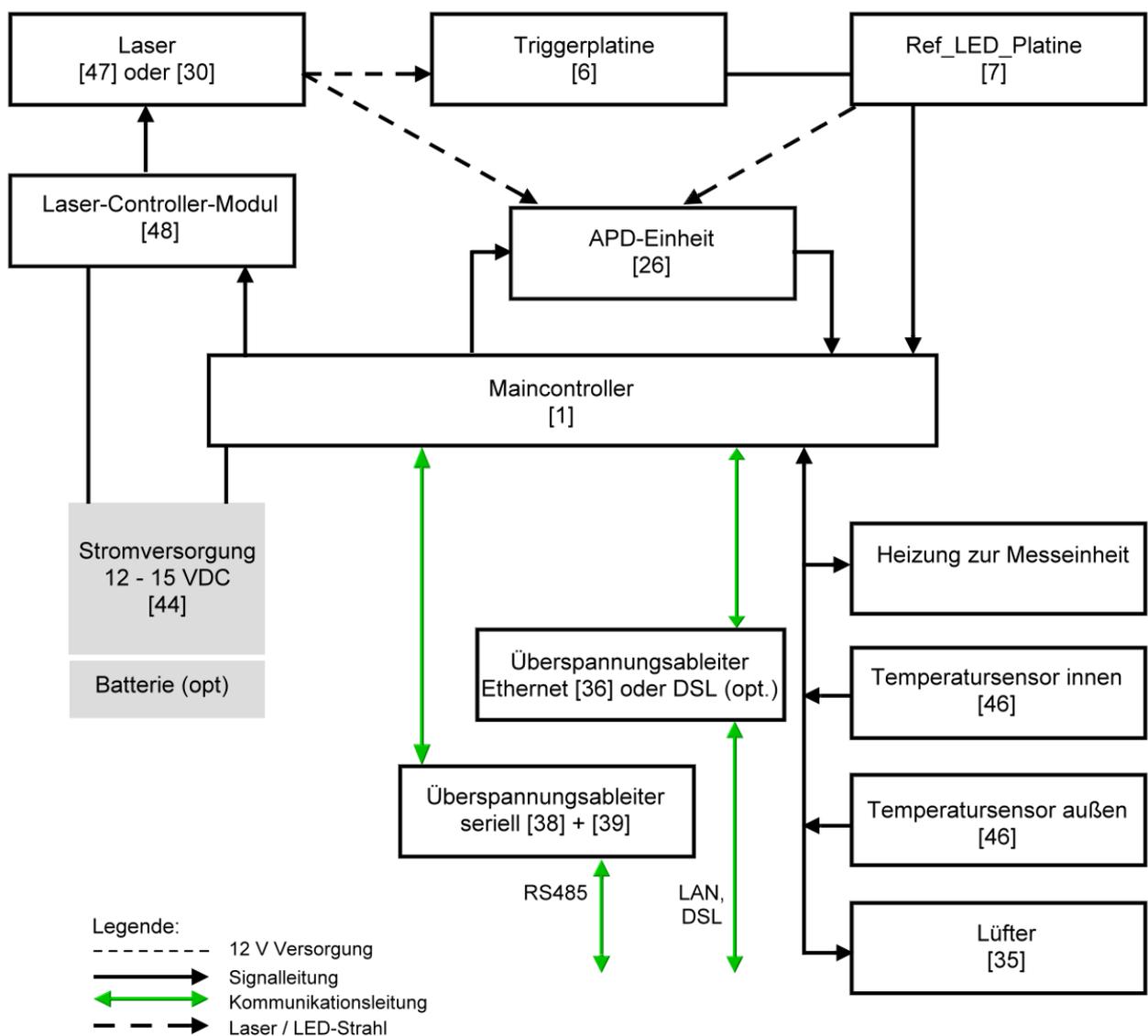


Abbildung 2 Funktionsschema. Die Zahlen in Klammern entsprechen der Nummerierung der Ersatzteilliste (siehe Servicehandbuch).

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

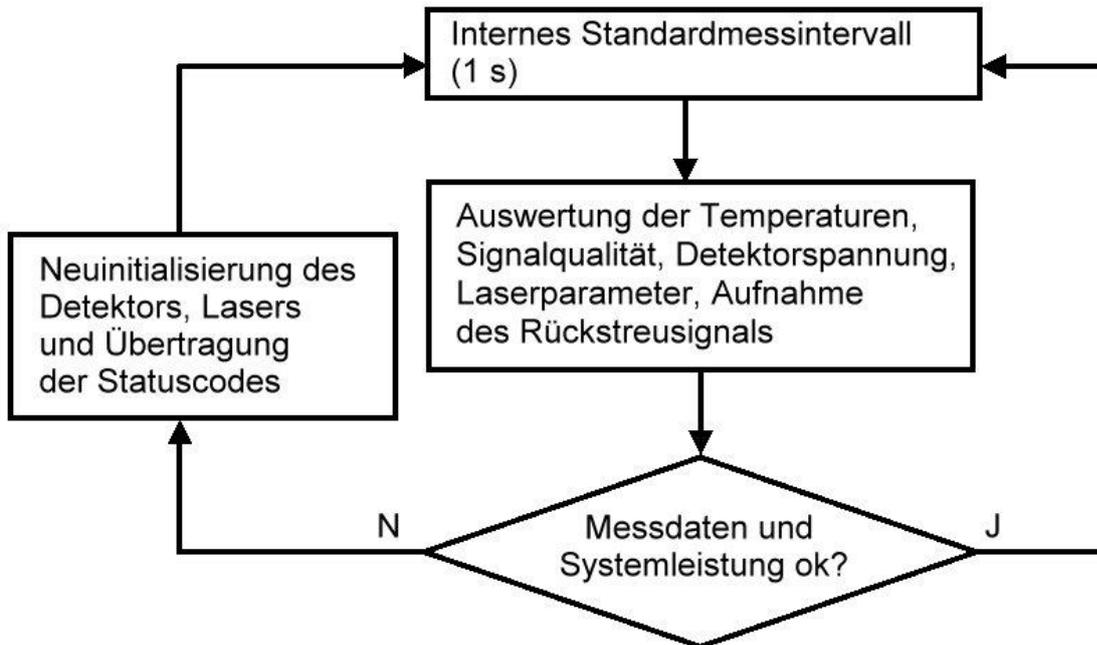


Abbildung 3 Ablaufschema Standardmesszyklus.

Die Funktionskontrolle des CHM 15k (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 oder die im Protokollierungszeitintervall laufen, wie z. B. die Auswertung der Fenster Verschmutzung und die Lüftersteuerung bei Niederschlägen.

Der Status des Empfängers hängt von den Ergebnissen der Überwachung von Rauschpegel, Versorgungsspannung und Gleichstrom mit und ohne Prüfpuls ab. Aufgrund ihres internen Aufbaus ist die Lichtquelle im Wesentlichen durch die Impulsfolgefrequenz gekennzeichnet, die durch die Alterung der Lichtquelle abnehmen kann. Die Pulsfrequenz wird überwacht. Bei Pulsfrequenzen unter 4,5 kHz wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Die Reflexion der Laserstrahlung von der Fensterscheibe wird ebenfalls analysiert, um die Fenster Verschmutzung zu überwachen. Alle erhaltenen Werte werden in Datentelegrammen ausgegeben und sind Teil der NetCDF-Dateien. Zusätzlich gibt es einen Software-Watchdog, der die Firmware-Prozesse steuert. Bestimmte Werte und Statuswerte werden im erweiterten Datentelegramm und in den NetCDF-Dateien ausgegeben. Die Standardmeldung 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 15k darf nur mit geeigneten Transportmitteln und Hebewerkzeugen befördert und bewegt werden.
- ⇒ Das CHM 15k darf nur in verpacktem Zustand und in Transportposition (siehe Abbildung 5) verladen und befördert werden.
- ⇒ Das CHM 15k muss ausreichend gegen Verrutschen, Stoß, Schlag u. Ä. im Transportmittel gesichert werden.

**Zum Lieferumfang gehören:**

- Wolkenhöhenmessgerät CHM 15k
- Erdungskabel 2,6 m
- Ringbuch mit Dokumenten
  - Bohrschablone
  - Mechanische Aufbauanleitung
  - Elektrische Aufbauanleitung
  - Testprotokoll
  - Liste der Seriennummer der verbauten Komponenten
  - Betriebsanleitung und USB-Karte mit Kommunikationssoftware
- Befestigungselemente:
  - 4 Dübel S12 (Fischer Co.)
  - 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 15k 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: 17 mm oder 3/8 WORTH. Statt der Schraube M10 kann auch eine 3/8 Zoll Schraube zusammen mit entsprechenden Ankern verwendet werden. Die Nivellierschrauben benötigen einen 22 mm Schraubenschlüssel oder 1/2 WORTH.

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

#### Betriebszustand des CHM 15k bei Auslieferung

Transfermodus	1, automatische Ausgabe des Standardtelegramms
RS485 Gerätenummer	16
Baudrate	9600
Messdauer	15 s

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

## 6 Installation

### HINWEIS

- ⇒ Für das Erstellen und Dimensionieren des Fundamentes ist der Betreiber des CHM 15k verantwortlich. Das Fundament muss so dimensioniert werden, dass es der dauerhaften Beanspruchung durch das Gerätgewicht 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 15k 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 15k 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 15k 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 15k

#### 6.1.1 Vorbereitende Arbeiten

Das CHM 15k 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 15k sind im Betonfundament Löcher und Dübel ( $\varnothing$  12 mm, 4 Stück Dübel gehören zum Lieferumfang) entsprechend der Bohrschablone (siehe Abbildung 4) einzubringen. Dabei ist auf die Richtung der Außentür zum Elektroanschluss im Anschlusskasten des Betreibers zu achten.

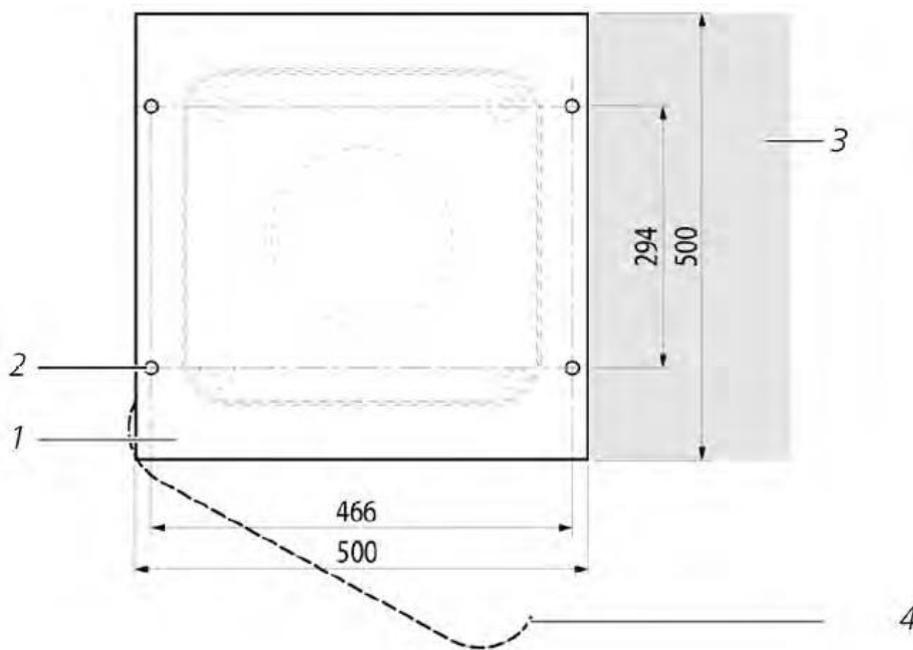


Abbildung 4 Bohrschablone.

- 1 Bohrschablone
- 2 Löcher ( $\varnothing$  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 15k beträgt 70 kg, schwere Lasten können zu schweren Verletzungen führen.</b></p> <p>⇒ Bewegen Sie das CHM 15k nicht ohne geeignete Hilfe</p> <p>⇒ Für das Aufstellen des CHM 15k sind mindestens zwei Personen erforderlich</p>

Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 15k wie folgt aufstellen:

- ⇒ CHM 15k 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 5 CHM 15k verpackt und in Transportposition.

- ⇒ Verpackung entfernen
- ⇒ Seitenwände aufschrauben
- ⇒ Seitenwände einzeln abnehmen



Abbildung 6 CHM 15k mit Styropor- oder Papierwabenverpackung.

- 1 - Styroporelemente
- 2 - CHM 15k
- 3 - Palette

- ⇒ CHM 15k vorsichtig per Hand unter Einhaltung aller Sicherheitsbestimmungen aus den Styroporelementen herausheben (Anhebepositionen: Abbildung 7).

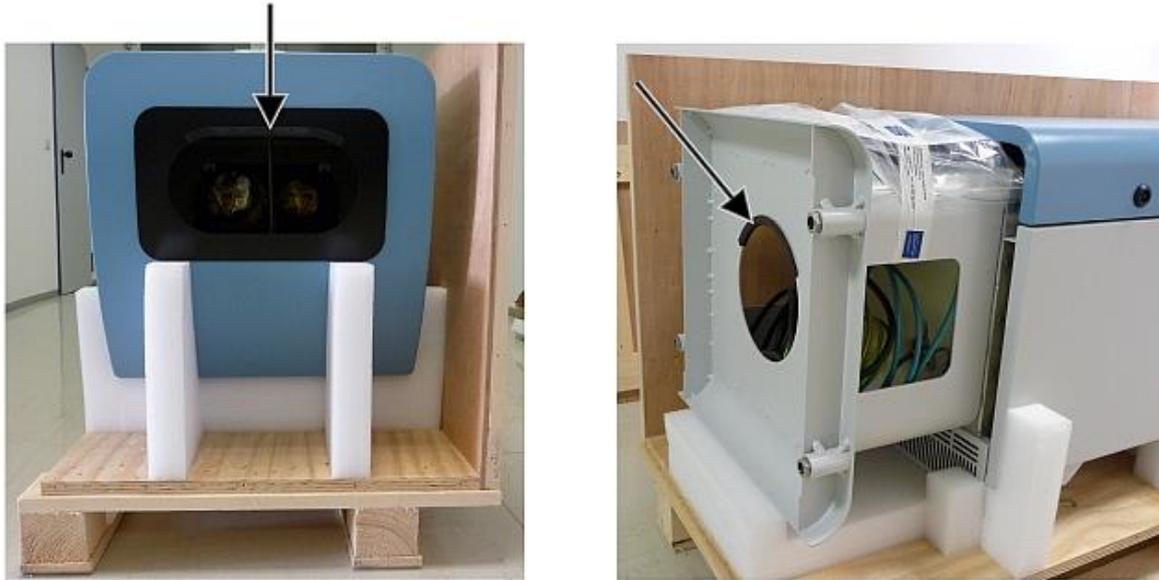


Abbildung 7 Hebepositionen und Griffschutz (Kantenschutzprofil).

#### Möglichkeiten zum Weitertransport:

- ⇒ Zum Tragen: in die mit Pfeilen markierten Öffnungen fassen (Abbildung 7)
- ⇒ Mit Sackkarre: bei größerer Entfernung zum Betonfundament (Abbildung 8)

#### HINWEIS

- ⇒ Beim Transport mit einer Sackkarre darauf achten, dass das CHM 15k mit der Außentür nach unten auf die Sackkarre aufgelegt wird (siehe Abbildung 8)
- ⇒ Es sollte ein Polster (z. B. Luftpolsterfolie) zwischen CHM und Sackkarre gespannt werden



Abbildung 8 Transport mit Sackkarre.

- ⇒ CHM 15k in Einbaulage (senkrecht) auf dem Betonfundament positionieren.

Dabei auf die Lage der Außentür in Bezug zum Elektro-Anschlusskasten des Betreibers achten (siehe Abbildung 4).

- ⇒ CHM 15k mit den mitgelieferten Scheiben und Befestigungsschrauben (siehe Abbildung 9) auf dem Betonfundament zunächst locker vormontieren.

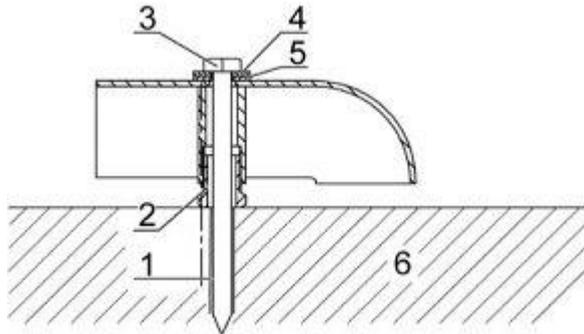


Abbildung 9 Befestigungselemente.

- 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 15k 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 15k darf nur von einer Elektrofachkraft der OTT HydroMet Fellbach GmbH oder einer anderen Elektrofachkraft ausgeführt werden. Nichtbeachtung führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungsansprüchen.
- ⇒ Vom Betreiber sind alle Voraussetzungen für den Anschluss des Wolkenhöhenmessgerätes CHM 15k nach EN 61016-1 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 10 zeigt eine Skizze der elektrischen Installation des CHM 15k. 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 beschützen. Die Anschlüsse sind nach den jeweiligen länderspezifischen Vorschriften auszuführen.

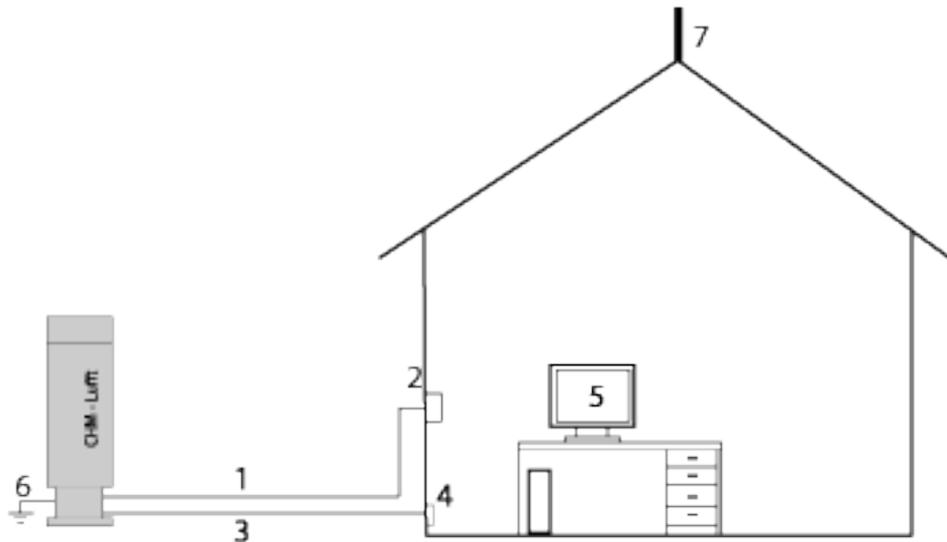


Abbildung 10 Schematische Skizze der elektrischen Installation.

- 1 Spannungsversorgung (3-polig)
- 2 Netztrennschalter und Anschlusskasten
- 3 Datenübertragungsleitungen: RS485, LAN oder DSL
- 4 Anschluss der Datenleitungen: RS485, LAN oder DSL
- 5 PC für den Fernzugriff (mit LAN/DSL; PC muss nicht lokal sein)
- 6 Erdanschluss CHM 15k
- 7 Blitzableiter

<b>⚠️ WARNUNG</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 15k sind in Abbildung 11 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 15k ist intern der Blitzschutz gewährleistet. Der Anschluss des CHM 15k erfolgt über folgende mitgelieferte Kabel:

- 230 VAC-Zuleitung (Netzkabel): Farbcode: Nullleiter: blau, Leiter: braun, Schutzleiter: grüngelb; Standardlänge 10 m  
**ODER**  
 115 VAC Versorgungsleitung (Netzkabel); Farbcode: Leiter schwarz, Nullleiter: weiß, Schutzleiter: grün / grün-gelb

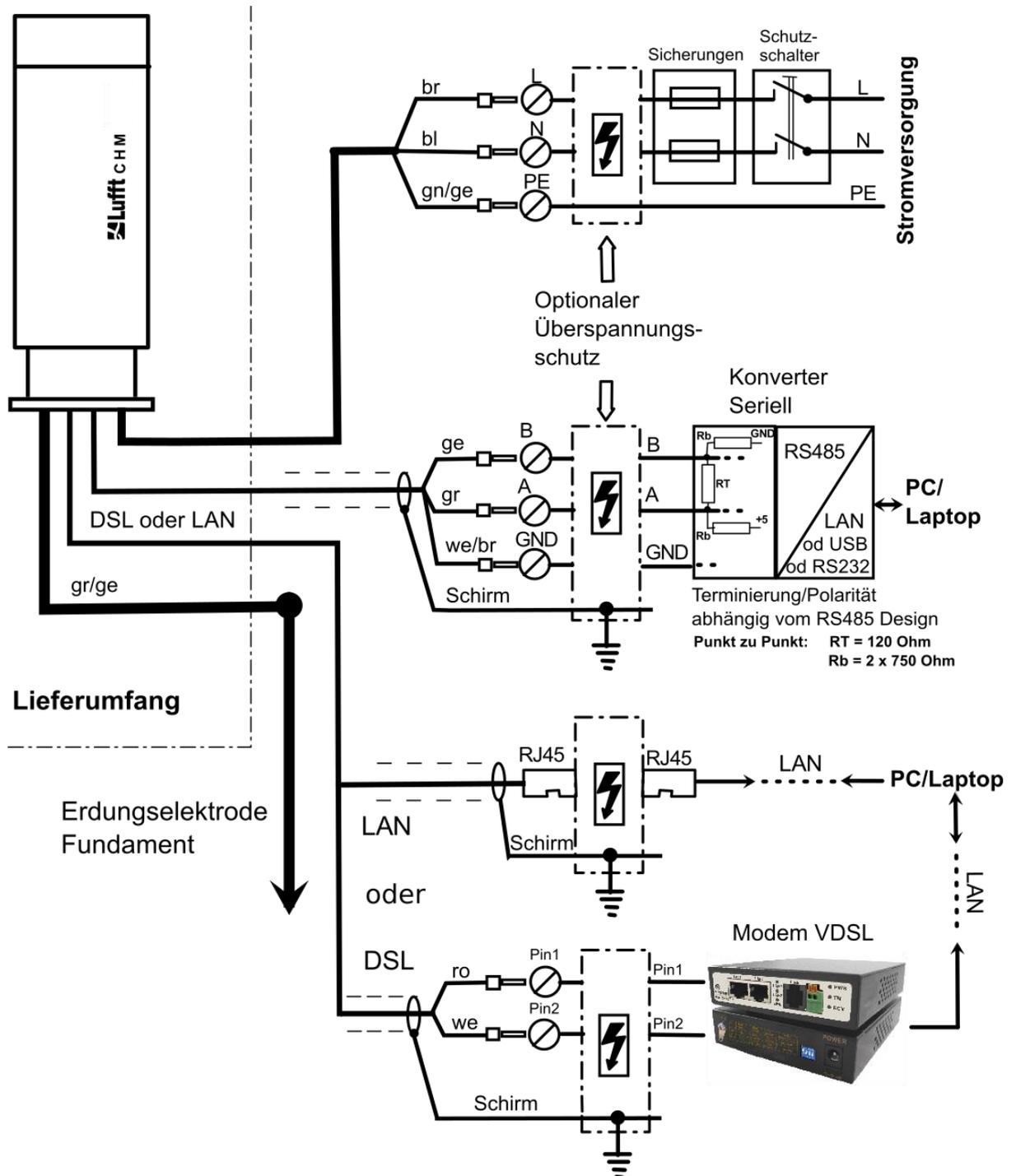


Abbildung 11 Elektrische Installation des CHM 15k.

2. Erdungskabel 10 mm<sup>2</sup> (1-polig, grün-gelb), Standardlänge 2,6 m, für den Erdanschluss (siehe Abbildung 12). Das Erdungskabel muss so kurz wie möglich gehalten werden.



Abbildung 12 Erdungsanschluss am Sockel des Gerätes.

3. Datenkabel (RS 485): A (-) Leiter: gelb; B (+) Leiter: grün; RS485 - GND: weiß & braun; Schirmung bei Bedarf: (siehe Abbildung 13); Standardlänge 10 m.



Abbildung 13 RS485 Verbindung zu einem Signalumwandler.

4. Datenkabel (LAN): Ausstattung mit einem Standard-RJ45-Stecker zum Anschluss an einen entfernten Computer, Hub oder Switch, Standardlängen 5 oder 10 m.
5. *Optional statt Pos. 4:* Datenleitung (DSL): Ausstattung mit einem 2poligen Anschlusskabel zur Verbindung an einem DSL-Modem (siehe Abbildung 14).

Die Bezeichnung RDA(-), RDB(+) wird von Herstellern verschieden definiert. Lufft verwendet hier die Notation von B&B Electronics.

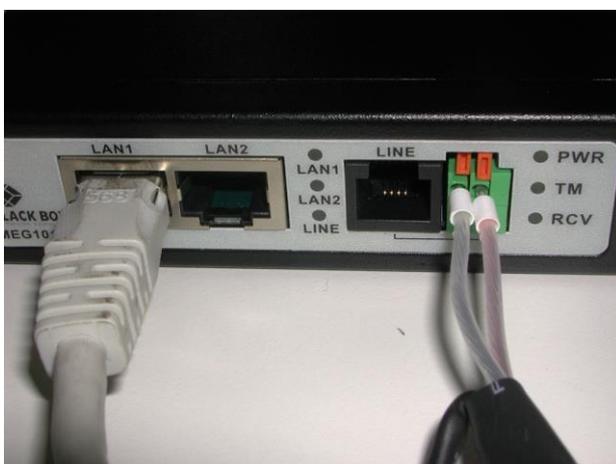


Abbildung 14 DSL Verbindung.

## 7 Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme

### 7.1 Inbetriebnahme mit der RS485-Verbindung

#### Voraussetzungen:

- Das Wolkenhöhenmessgerät CHM 15k ist fachgerecht aufgestellt
- Steuerkabel (RS485), Erdungskabel und Netzkabel (230 VAC) sind angeschlossen
- Zur Kommunikationsüberprüfung kann ein Terminalprogramm, z. B. HyperTerminal oder Bray's terminal unter Windows verwendet werden, das zur Kommunikation folgendermaßen einzustellen ist:
  - Baudrate: 9.600 (abhängig von der Gerätekonfiguration)
  - Datenbits: 8
  - Parität: keine
  - Stoppbits: 1
  - Flusssteuerung: keine

<b>⚠ VORSICHT</b>	
	<p><b>Nach Einschalten der Spannungsversorgung sendet das CHM 15k Klasse 1M unsichtbare Laserstrahlung 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>⇒ Der Laserstrahl darf auf keinen Fall direkt mit optischen Instrumenten (Fernglas) betrachtet werden.</p> <p>⇒ Den direkten Blick in den Laserstrahl vermeiden.</p>

Nach dem Anschließen der Versorgungsspannung startet das CHM 15k von selbst. Während des Anlaufvorgangs wird ein interner Selbsttest durchgeführt, z. B. starten die Lüfter für einige Sekunden. Die Kommunikation mit dem Gerät ist innerhalb von 1 Minute möglich. Das CHM 15k 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 15k sendet automatisch Standard-Datentelegramme aus, wenn der Startvorgang abgeschlossen ist. Es ist Teil der Standardeinstellung und kann sich bei benutzerspezifischen CHM 15k-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 3 aufgelistet.

Command	Description	Response (shortened)
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 3 Befehle für einen Funktionstest.

Nach Abschluss der einfachen Funktionsprüfung das CHM 15k:

- 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 mehr als 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 Kommunikation via Ethernet-Web-Interface bezüglich der Konfiguration mit einer LAN / WAN Verbindung zu dem Gerät und 8.2, wenn diese Werte über die RS485 Schnittstelle konfiguriert werden.

Die Serviceadresse (1) kann vom Benutzer nicht geändert werden. Sie ist immer verfügbar und kann für direkte Verbindungen zwischen einem Laptop und dem CHM 15k verwendet werden.

Eine der drei IP-Adressen kann zur Kommunikation mit dem Gerät in einen Webbrowser (siehe Abbildung 15) eingegeben werden. Abbildung 20 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: 15k-Nimbus

Das Superuser Passwort kann geändert werden, siehe Abbildung 22.

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

- Internet Explorer 8 oder neuer
- Firefox 3.6 oder neuer
- Google Chrome
- Apple Safari

In der DHCP Netzwerkumgebung (2) wird das CHM 15k automatisch konfiguriert. Der DHCP-Modus kann ausgeschaltet werden.

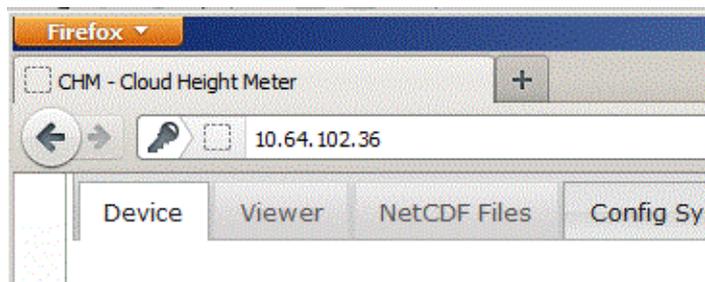


Abbildung 15 Ansicht des Firefox-Browsers mit einer Verbindung mit dem CHM 15k (hier: feste IP-Adresse).

Mit diesem 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>**

Zur Unterstützung weiterer Kommunikation kontaktieren Sie bitte OTT HydroMet Fellbach GmbH.

### 7.3 Außerbetriebnahme

Fortgeschrittene Nutzer sollten das Gerät zunächst Herunterfahren und erst dann 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.

- ⇒ Zur Deinstallation des CHM 15k 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 15k 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 15k unterstützt die Schnittstellen RS485 (Abschnitt 8.2) und Ethernet (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 (Abschnitt 8.4). Ebenfalls auf dem System implementiert ist ein AFD (ftp) Dienst (Abschnitt 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 Standarddatentelegramm bis 8.3.5 Rohdatentelegramm) nicht möglich, andere Befehle zu senden (wie unter 8.1 beschrieben).

Die eingehenden Start- und Endflags <STX> und <EOT> zeigen eine aktuelle Empfangsübertragung an.

### 8.1 Liste der konfigurierbaren Parameter

Tabelle 4 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 Geräte name. Tabelle 5 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 für jeden Parameter und den Standardwert bei Auslieferung des Gerätes. Es ist auch gekennzeichnet, wenn der Servicemodus erforderlich ist oder wenn ein Parameter nicht in RS485 und Web-Interface gleichermaßen verfügbar ist.

Parameter	Kurz-befehl <sup>RS485</sup>	Standard-wert	Bereich / Kurzbeschreibung
AfdMode*	AFD	0	0; 1, ftp Datentransfer einschalten
Altitude(m)	ALT	0	0 – 9999, Einheit immer in Meter!
ApdControlMode*	ACM	3	0, 3, APD-Modus, nur ändern, wenn die Funktionsweise bekannt ist
ApdTemp*	APT	30000	Temperatur in °C x 1000, nur nach Rücksprache modifizieren!
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

Parameter	Kurz- befehl <sup>RS485</sup>	Standard- wert	Bereich / Kurzbeschreibung
CloudDetectionMode	CDM	0	Schalter für Wolkenerkennungs- variante (0 = Standard, 1 = "higher low clouds")
Comment	COM		Kommentar, wird auch in der NetCDF-Datei gespeichert
Comment 1 <sup>RS485</sup>	CM1		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
Comment 2 <sup>RS485</sup>	CM2		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
Comment 3 <sup>RS485</sup>	CM3		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
Comment 4 <sup>RS485</sup>	CM4		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
Comment 5 <sup>RS485</sup>	CM5		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
Comment 6 <sup>RS485</sup>	CM6		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
Comment 7 <sup>RS485</sup>	CM7		Zusätzliches Kommentarfeld (31 Zeichen)
DateTime			UTC Time in the format DD.mm.YYYY;HH:MM:SS <sup>RS485</sup> and MMDDHHmmYYYY <sup>Web</sup> (siehe Abbildung 22)
DeviceName*	DVN	CHMyyxxxx	CHM + Seriennummer des Gerätes
DeviceType*	DVT	0	Umschalten NetCDF-Format (Firmware <1.000: Standardwert CHM15k)
DHCPMode	DHM	1	0;1 DHCP Modus an- / ausschalten
DNSServer	DNS		Setzen / Abfragen der IP-Adresse des DNS Servers
dt(s) <sup>RS485</sup> LoggingTime <sup>Web</sup>	DTS	15	Protokollierungs- und Berichtintervall: 5 – 600 s
Gateway	GAT	0.0.0.0	Setzen / Abfragen der statischen Gateway-Adresse
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
Institution	INS	NN	Institution (Text)
IPAddress	IPS	0.0.0.0	Setzen / Abfragen der statischen IP-Adresse

Parameter	Kurz- befehl <sup>RS485</sup>	Standard- wert	Bereich / Kurzbeschreibung
LanPort	LPT	11000	Port für Telegrammübertragung via Ethernet
LanTelegramNumber	LTN	2	Telegrammformat für Ethernet-Übertragung [1, 9], siehe Abschnitt 8.3
LanTransferMode	LTM	1	Kommunikationsmodus für Telegrammübertragung via Ethernet (0 = Polling, 1 = automatisches Senden)
LaserMode*	LSM	1	Ein- / Ausschalten des Lasers
Latitude	LAT	0	-90 bis +90 Grad ( $\times 10^6$ ) <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
Location	LOC	NN	Alphanumerische Zeichenfolge (max. 31 Zeichen, \ / : * ? " < >   _ # % nicht erlaubt)
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	Schalter für NetCDF-Format (1 = beta_att, 2 = beta_raw, siehe 8.4.4) Löst Firmware-Neustart aus.
NetMask	NMA	0.0.0.0	Setzen / Abfragen der statischen Netmask-Adresse
NtpMode	NTM	1	0; 1 Ein- / Ausschalten ntpd
NtpServer	NTS	0.0.0.0	Setzen / Abfragen NTP Time-Server-Adresse
PeltierMode*	PTM	1	0; 1
RangeEnd	RAE	15345	Letzter Distanzwert in der NetCDF-Datei
RangeHRDim	RHD	32	Anzahl von Datenpunkten im hochaufgelösten Datenvektor
RangeResolution	RAR	3	Anzahl der 5 m Distanzintervalle für den gemittelten NetCDF-Datenvektor
RangeStart	RAS	15	Erster Distanzwert in der NetCDF-Datei
Reset	RST	0	0; 1 Neustart des CHM (siehe 8.2.4)
ResetPassword*	RSP	0	0; 1; Zurücksetzen auf das Standard-Superuser-Passwort

Parameter	Kurz-befehl <sup>RS485</sup>	Standard-wert	Bereich / Kurzbeschreibung
ResetSettings	RSG	0	0; 1 Zurücksetzen auf die 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 Netzwerk neu
RS485Number	RNO	16	0 – 99 (verwendet mit RS485)
ServiceMode <sup>RS485</sup>	SMO	0	0; 1 schaltet auf den Service-Modus, um „kritische“ Werte zu ändern
Shutdown	SHT		0; 1 Abschalten des CHM-Systems
Standby	STB	0	0; 1; Standby-Modus mit Standby-Telegramm zur Reduzierung des Stromverbrauchs
SystemStatusMode	SSM	0	0; 1 Eskalierender Statuscode wird im Telegramm 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 verwendet
TransferMode	TMO	1	0 – 9, siehe Abschnitt 8.3
TransferModeAfterError*	TME	1	0 – 9
UAPD*			Geräteabhängig in mV (z. B. 172000)
Unit(m/ft)	UNT	m	m, ft
UseAltitude	UAL	0	0; 1
WIGOSStationID	WSI		Setzen / Abfragen des WIGOS Station Identifier
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 4 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 <sup>RS485</sup>	Standard-wert	Beschreibung
APDBreakdown	UBR		Geräteabhängig (z. B. 400000 mV)
ApdTempGradient	TCO	2400	Wert für Vergleich [mV/K]

IPDhcp	IPD		IP-Adresse DHCP
LaserPower	LAP		Geräteabhängig (z.B. 50 mW)
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	TUByyxxxx	Seriennummer der Messeinheit (LOM)
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 5 Liste der nur lesbaren Parameter, die über RS485 verfügbar sind;

<sup>RS485</sup> nur für RS485 verfügbar.

#### Erläuterungen zu Tabelle 4

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

**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 8.2.5 Änderung der Zeiteinstellungen).

**dt(s):** Protokollierungszeitintervall (im Automatikbetrieb identisch mit dem Berichtsintervall). Ein längeres Zeitintervall führt zu einer zeitlichen Mittelung über mehr Photonenimpulse (Schüsse) und damit zu einem verbesserten Signal-Rausch-Verhältnis. Eine Erhöhung um den Faktor n führt zu einer Verbesserung um den Faktor Wurzel(n). Alle Rohdaten im Zeitintervall dt(s) werden in die Auswertung einbezogen. Eine Einzelauswahl der Daten findet nicht statt.

**DeviceName** (alt FabName): Gerätebezeichnung (CHM) kombiniert mit der Seriennummer des Gerätes, z. B. CHM060001.

**IgnoreChars:** Spezifische zweistellige HEX-Codes, z.B. "06" entspricht <ack>; können zu einer Liste von Zeichen hinzugefügt werden, die nicht vom CHM 15k-Gerät ausgewertet werden sollen.

**Institution:** Institution oder Firma.

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

**LaserPower:** Laserleistung in mW.

**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 (Laser-Lebensdauer).

**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 15k 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 zu der spezifischen Adresse reagiert jedes Gerät auf die universelle Identifikationsnummer 99.

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

**SystemStatusMode:** Definiert die Statuscodevariante, die in den Datentelegrammen verwendet werden soll. 0 = frühere Statuscodes, die vom CHM 15k vor der Firmware 1.x verwendet wurden, 1 = eskalierende Statuscodes, siehe Abschnitt 8.5 Statuscodes.

**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 4 oder Tabelle 5 enthält, wird der Wert über

**<STX>get<SPACE><Device>:<ParameterName>=<Value>;<ASCIITwo'sComplement><CR><LF><EOT>**

geliefert.

Beispiel mit der Standard-RS485Number 16 und dem Gerätenamen CHM060003:  
Mit dem kurzen Befehl

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

kann die Gerätebezeichnung abgefragt werden und man erhält z. B. die Antwort:

**<STX>get 16:DeviceName=CHM060003;3F<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 8.3.3 Standarddatentelegramm bis 8.3.5 Rohdatentelegramm).

### 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. Für alphanumerische Werte als <value> wird der Standardwert verwendet.

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.

### 8.2.3 Baudratenänderung

Eine Besonderheit stellt die Änderung der Baudrate dar. Die Änderung erfolgt wie in 8.2.2 Setzen eines Parameters. So wird mit

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

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

Der Zusammenhang zwischen Baudraten # und Baudrate wird in Tabelle 6 gezeigt.

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

Tabelle 6 Zusammenhang zwischen Baudratennummer 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 15k angewiesen, unmittelbar einen Neustart auszuführen. Dieser Neustart dauert weniger als eine Minute. Während dieser Zeit ist keine Kommunikation mit dem CHM 15k 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, ... 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 Änderung der Zeiteinstellungen

```
set<SPACE><RS485Number>:dts=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 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 15k befindet sich im laufenden Betrieb zu jedem Zeitpunkt in einem der Transfermodi aus Tabelle 7.

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 7 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 Standarddatentelegramm) aktiviert.

#### 8.3.1 Pollingbetrieb

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 8.3.3 Standarddatentelegramm bis 8.3.5 (Tabelle 8, Tabelle 9, Tabelle 12).



#### Zusätzliche Telegramme

Die Nimbus-Hardwareplattform des CHM 15k (ab 2011) unterstützt weitere Anwendertelegramme.

Neben 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 Automatikbetrieb mit einer Standardtelegramm-Ausgabe eingestellt. Die Wiederholrate hängt von der Variable dt(s) ab, die standardmäßig auf 15 Sekunden eingestellt ist. Tabelle 8 enthält das Format des Standard-Datentelegramms.

Die Ausgabe des erweiterten Datentelegramms erfolgt mit dem Befehl

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

Tabelle 9 enthält das Format des erweiterten Datentelegramms.

Die Ausgabe des Rohdatentelegramms erfolgt über nachstehenden Befehl:

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

Tabelle 12 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 8 zeigt die genaue Struktur der Zeichenkette für das Nachrichtenformat an.

Byte	Wert	Beschreibung
0	<STX>	20 HEX
1	X	
2	1	
3, 4	TA	
5	<SPACE>	20 HEX
6	8	
7	<SPACE>	20 HEX
8-10	***	Ausgabeintervall [s]
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	*****	Wolkenuntergrenze 1, siehe Abschnitt 9.3
32	<SPACE>	20 HEX
33-37	*****	Wolkenuntergrenze 2
38	<SPACE>	20 HEX
39-43	*****	Wolkenuntergrenze 3
44	<SPACE>	20 HEX
45-48	****	Eindringtiefe des Laserstrahls in die 1. Wolkenschicht, siehe Abschnitt 9.4
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, siehe Abschnitt 9.7
65	<SPACE>	20 HEX
66-70	*****	Maximaler Detektionsbereich, siehe Abschnitt 9.6
71	<SPACE>	20 HEX
72-75	****	Wolkenhöhenoffset (Null oder Altitude, abhängig von usealtitude)
76	<SPACE>	20 HEX
77, 78	**	Einheit (ft/m), ft oder m<SPACE>
79	<SPACE>	20 HEX

Byte	Wert	Beschreibung
80, 81	**	Sky condition index, siehe Abschnitt 9.11
82	<SPACE>	20 HEX
83-90	*****	Systemstatus: 32 Bit Statuscode; siehe Abschnitt 8.5
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 8 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 **NOBT**. In die Felder wird auch ein **NODET**-Wert eingetragen, wenn der Algorithmus die folgenden Werte nicht berechnen kann:

- Sichtweite
- Maximaler Detektionsbereich

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 8.5 Statuscode).



### 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. 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 9. Die Anzahl der Wolkenschichten wird im Parameter "Layer (NoL)" angegeben, siehe Tabelle 4. Im erweiterten Datentelegramm wird anstelle des Leerzeichens (20 HEX) ein Semikolon (3B HEX) als Separator verwendet.

Byte	Wert	Beschreibung
0	<STX>	20 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)

Byte	Wert	Beschreibung
29	;	3B HEX
30	*	Anzahl der Schichten
31	;	3B HEX
32-36	*****	Wolkenschicht 1 (CBH)
37	;	3B HEX
38-42	*****	Wolkenschicht 2 (CBH)
43	;	3B HEX
44-48	*****	Wolkenschicht 3 (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
85-86	**	Einheit in m oder ft
87	;	3B HEX
88-89	**	Precipitation index / Sky condition index (SCI)
90	;	3B HEX
91-98	*****	Systemstatus: 32 Bit-Statuscode, siehe 8.5 Statuscode
99	;	3B HEX
100-101	**	RS485 Identifikationsnummer CHM 15k im RS485 Bus-System, Fehler ist 16
102	;	3B HEX
103-111	CHMYynnn	Gerätename (yy für Jahr, nnnn für Seriennummer)
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)

Byte	Wert	Beschreibung
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	****	Detektorregelspannung (Volts x 10)
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)
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; Base Cloud Cover
232	;	3B HEX
233	*	TCC; Total Cloud Cover
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 9 Format des erweiterten Datentelegramms (siehe auch Tabelle 10); \* = beliebiges Zeichen.

Bei den angeführten Standardabweichungen der einzelnen Größen kommen die gleichen Ausnahmewerte "NODET/NODT/---" 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: Anzeige in Kelvin x 10 Fehlertoleranz $\pm 2$ K
Detektor-Temperatur	Gemessene Temperatur am Sensor: Anzeige in Kelvin x 10 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 10 Bezeichnungen im erweiterten Datentelegramm.

### 8.3.5 Rohdatentelegramm

Die Rohdaten werden im NetCDF-Format ausgegeben (Beschreibung siehe 8.4 Aufbau des NetCDF-Formates). 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. Die automatische Ausgabe des Rohdatentelegramms ist beschränkt auf bestimmte Kombinationen von Berichtsintervall und Baudrate, wie in Tabelle 11 zusammengefasst.

Baudrate Nr.	Baudrate [bit/s]	Logging Zeit Intervall [dt(s)]
0	1200	nicht möglich
1	2400	nicht möglich
2	4800	$\geq 40$ s
3	9600	$\geq 20$ s
4	19200	$\geq 10$ s
5	38400	$\geq 5$ s

6	57600	keine weiteren Einschränkungen
7	115200	keine weiteren Einschränkungen

Tabelle 11 Baudrate - Beschränkungen des Protokollierungsintervalls.

Tabelle 12 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 12 Format des Rohdatentelegramms; \* = beliebiges Zeichen.

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

Zeile 1:

begin 644 YYYYMMDDhhmmss\_[Location]\_[Device ID].nc<CR><LF>

Zeile 2:

M\*\*\*\*\*<CR><LF>

Zeile 3:

M\*\*\*\*\*<CR><LF>

...

Zeile (n-2):

M\*\*\*\*\*<CR><LF>

Zeile (n-1):

E\*\*\*\*\* \*\*<CR><LF>

Zeile n:

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 x 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 gerundet) x 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\_[Location]\_[DeviceID].nc**

ist z. B. 20060331123730\_Berlin\_CHM060003.nc (siehe auch 8.4.3)

Dies bedeutet:

- Gerät CHM060003 in Berlin, Daten vom 31.03.2006, 12:37:30.

### 8.3.6 Weitere Datentelegramme

Die Struktur der Datentelegramme ist in einer Datei „telegram.xml“ definiert. Diese kann über das Web-Interface im Superuser-Modus heruntergeladen und modifiziert im Serviceuser-Modus wieder hochgeladen werden.

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 beinhaltet nicht die Übertragung von mehr als einer einzelnen Messung über RS485, da dies die zeitliche Abfolge in diesem Modus negativ beeinflussen würde. Da die Übertragungsrates von der zeitlichen Auflösung der Messdaten und den Einstellungen der RS485-Schnittstelle abhängt, würde diese Übertragung zu lange dauern. Eine eintägige NetCDF-Datei mit  $dt(s)=30s$  Messzeitintervallen ist ca. 12 MB groß. Beim Wechsel auf 15s Zeitauflösung werden 24 MB tägliche Dateigrößen generiert. 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 15k 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_[Location]_[DeviceID]_[Index].nc
Rohdaten im RS485 Telegramm:	YYYYMMDDhhmmss_[Location]_[DeviceID].nc
Rohdaten mit 5-Minuten-Zeitauflösung für AFD Modus (ftp)	YYYYMMDD_[Location]_[DeviceID]_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]\_[Geräteerkennung]\_[Index].nc (8\_5\_9\_3.2=31 Zeichen), dass der Ortsname nicht mehr als 5 Zeichen haben darf.

#### 8.4.4 Formataufbau

Mit der Firmware-Version 1.050 wurde ein neues NetCDF-Format eingeführt, welches das Rückstreusignal als abgeschwächte Rückstreuung (*beta\_att*, attenuated backscatter) abspeichert. Aus Kompatibilitätsgründen gibt es weiterhin das NetCDF-Format mit dem normalisierten, range-korrigierten Rückstreusignal (*beta\_raw*). Zum Umschalten zwischen den beiden Formaten gibt es den Parameter *NetcdfMode*, der wie üblich über die Web-Oberfläche oder den RS485-Zugang benutzt werden kann, siehe Abschnitte 8.1, 8.2 und 8.7.3. Ist der *NetcdfMode* gleich 1 gewählt, werden die Messdaten im neuen *beta\_att*-Format gespeichert und bei *NetcdfMode* 2 wird das ältere *beta\_raw*-Format verwendet.

Im NetCDF-Format werden die zu speichernden Werte durch Dimensionen, Variablen und Attribute definiert und gespeichert. Das Format der Dimensionen und globalen Attribute ist für beide NetCDF-Formate gleich, siehe Tabelle 13 und Tabelle 14. Das Attribut *netcdf\_mode* kennzeichnet entsprechend dem *NetcdfMode* das verwendete NetCDF-Format. Tabelle 15 beschreibt die verwendeten Variablen für das *beta\_att*-Format und Tabelle 16 für das *beta\_raw*-Format.

#### Dimensionen

Dimension	Beschreibung	Standard
time	Anzahl der gemessenen Rückstreuprofile innerhalb einer NetCDF-Datei	UNLIMITED
range	Anzahl der gemessenen und in Rückstreuprofilen im NetCDF-Format gespeicherten Punkte mit einer Auflösung von 5 ... 30 m je nach Einstellung, Standard 15 m.	1024
range_hr	Anzahl der im hochauflösenden NetCDF-Rückstreuprofil gespeicherten Punkte mit einer Auflösung von 5 m	32
layer	Anzahl der Wolkenschichten, übertragen in Telegramme und in NetCDF-Dateien gespeichert	3

Tabelle 13 Dimensionen in der NetCDF Datei.

#### Globale Attribute

Attribut	Beschreibung	Typ
Title	Überschrift für die grafische Darstellung, z. B. "Lufft Berlin, CHM 15k".	Text
Source	siehe Gerätenamen (aus Kompatibilitätsgründen enthalten)	Text
device_name	Seriennummer, Gerätenamen des Gerätes	Text
Serlom	Seriennummer der Messeinheit, z. B. TUB190001	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, 2 .. beta_raw)	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 14 Globale Attribute in der NetCDF Datei; \*Benutzerdefinierte Einstellungen.

**Variablen für beta\_att-Format**

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		degree	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 hochauflösenden 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 Signaldetektors	
state_optics	byte	time	percent	Optischer Qualitätsindex	
temp_int	short	time	K	Gehäusetemperatur innen	0.1
temp_ext	short	time	K	Gehäusetemperatur außen	0.1

## Variablen für beta\_att-Format

Variable	Typ	Dim.	Einheit	Bezeichnung	Skalierung
temp_det	short	time	K	Temperatur des Detektors	0.1
temp_lom	short	time	K	Temperatur der Messeinheit	0.1
laser_pulses	int	time		Anzahl der gemittelten Laserimpulse einer Messung (lp)	
p_cal	short	time	counts	Kalibrierimpuls (Normalisierung der Messeinheit über die Zeit)	0.00001
c_cal	float			Kalibrationskonstante (c)	
scaling	float			Skalierungsfaktor (Normalisierung der Messeinheiten untereinander) (cs)	
base	float	time	counts	Baselinehöhe des Rohsignals (hauptsächlich durch Tageslicht beeinflusst) (b)	
stddev	float	time	counts	Standardabweichung Rohsignal	
beta_att	float	time range		Abgeschwächtes Rückstreusignal $((P_{raw} / lp) - b) / (cs * o(r) * p_{cal}) * r * r * c$ , with $P_{raw} = \sum(P_{raw\_hr}) * range\_gate\_hr / range\_gate$	
beta_att_hr	float	time range_hr		Hochaufgelöstes abgeschwächtes Rückstreusignal $((P_{raw\_hr} / lp) - b) / (cs * o(r) * p_{calc}) * r * r * c$	
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	
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;	

**Variablen für beta\_att-Format**

Variable	Typ	Dim.	Einheit	Bezeichnung	Skalierung
				entspricht altitude wenn usealtitude=1, sonst 0)	
nn1	short	time		nn1	
nn4	short	time		nn3	

Tabelle 15 Variablen in der NetCDF Datei für beta\_att-Format.

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

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

**Variablen für beta\_raw-Format**

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		degree	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 Signaldetektors	
state_optics	byte	time	percent	Optischer Qualitätsindex	
temp_int	short	time	K	Gehäusetemperatur innen	0.1
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
laser_pulses	int	time		Anzahl der gemittelten Laserimpulse einer Messung (lp)	

## Variablen für beta\_raw-Format

Variable	Typ	Dim.	Einheit	Bezeichnung	Skalierung
p_cal	short	time	counts	Kalibrierimpuls (Normalisierung der Messeinheit über die Zeit)	0.00001
scaling	float			Skalierungsfaktor (Normalisierung der Messeinheiten untereinander) (cs)	
base	float	time	counts	Baselinehöhe des Rohsignals (hauptsächlich durch Tageslicht beeinflusst) (b)	
stddev	float	time	counts	Standardabweichung Rohsignal	
beta_raw	float	time range		Normalisiertes, range-korrigiertes Rückstreusignal $((P_{\text{raw}} / lp) - b) / (cs * o(r) * p_{\text{calc}}) * r * r$ , with $P_{\text{raw}} = \text{sum}(P_{\text{raw\_hr}}) * \text{range\_gate\_hr} / \text{range\_gate}$	
beta_raw_hr	float	time range_hr		Hochaufgelöstes, normalisiertes, range-korrigiertes Rückstreusignal $((P_{\text{raw\_hr}} / lp) - b) / (cs * o(r) * p_{\text{calc}}) * r * r$	
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	
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)	
nn1	short	time		nn1	
nn2	short	time		nn2	
nn3	short	time		nn3	

Tabelle 16 Variablen in der NetCDF Datei für beta\_raw-Format.

\* 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 für Auswerteparameter, die durch Auswertung des Rückstreusignals ermittelt werden, keine Werte bestimmt werden können, werden, je nach Ursache der Nichtbestimmung, verschiedenen Sonderwerte in die entsprechende NetCDF-Variable geschrieben. 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 23 und Tabelle 22 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 Statuscodes

Es gibt zwei verschiedene Status-Code-Varianten, 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 Status-Code-Variante wird im Web-Interface und den NetCDF-Dateien ausgegeben. Für die Ausgabe in den Datentelegrammen, zum Beispiel im Standardtelegramm Zeichen 83 bis 90 oder Zeichen 91 bis 98 im erweiterten Datentelegramm (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9), steht wahlweise auch der eskalierende Statuscode zur Verfügung, siehe Abschnitt 8.5.1.

Die Statuscodes werden als achtstellige Hexadezimalzahl dargestellt. 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	Typ	Fehler
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	Erstellen neuer 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

Bit	Hex	Typ	Fehler
8	00000100	Fehler	Steuerung der Detektor-Hochspannung fehlgeschlagen / Kabel defekt oder nicht vorhanden
9	00000200	Warnung	Temperatur des Innengehäuses außerhalb des Bereichs
10	00000400	Fehler	Temperaturfehler Messeinheit
11	00000800	Fehler	Lasertrigger nicht erkannt oder Laser sicherheitsbedingt abgeschaltet
12	00001000	Hinweis	NTP-Problem
13	00002000	Fehler	Lasercontroller
14	00004000	Fehler	Temperatur Laserkopf
15	00008000	Warnung	Ersetzen des Lasers – Alterung
16	00010000	Warnung	Signalqualität - hoher Rauschpegel
17	00020000	Warnung	verschmutzte Scheiben
18	00040000	Warnung	Signalverarbeitung
19	00080000	Warnung	Laserdetektor 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	Detektortemperatur außerhalb des Bereichs
27	08000000	Warnung	Allgemeines Laserproblem
28	10000000	Hinweis	NOL>3 und Standardtelegramm ausgewählt
29	20000000	Hinweis	Gerät wurde neugestartet
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 15k anzeigt.

### 8.5.1 Eskalierende Statuscodes

Es wurde 2018 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. Detektor (Empfänger)
7. Fensterverschmutzungssensor
8. Nicht verfügbar

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 15k verwendet die Standard-Statuscodes als Werkseinstellung.

In der Tabelle 18 sind die Bedeutung und Lebensdauer der einzelnen Statuscodes beschrieben.

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 (SW)	60
	xxxx xxx2	Neustart nach Shutdown	60
	xxxx xxx3	Neustart nach Auslösen des Watchdog (FW)	60
	xxxx xxx4	Neustart (z. B. nach Stromausfall)	60
	xxxx xxx5	Gerät läuft im Standby	delete*
	xxxx xxx6	Ungültiger Parameter, vorübergehende 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 wurde zurückgesetzt	60
	xxxx xx4x	AFD Problem	60/ 600
	xxxx xx5x	RS485 Telegramm kann nicht übertragen werden	16
	xxxx xx6x	RS485 Telegramm 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>		

Group	Hex-Code	Fehler-Bezeichnung	Dauer [s]
	xxxx x0xx	Die Temperaturen sind in Ordnung	
	xxxx x1xx	Detektortemperatur außerhalb des optimalen Arbeitsbereiches (Soll -1 °C ... +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 ... 50°C)	16
	xxxx x5xx	Außentemperatur außerhalb des gültigen Bereichs (-35 °C ... 50 °C)	60
	xxxx x6xx	Temperatursteuerung der Messeinheit aus Sicherheitsgründen deaktiviert	16 / ∞
	xxxx x7xx	Lasercontrollertemperatur zu hoch	60
	xxxx x8xx	Laserkopftemperatur zu hoch oder zu niedrig	16
	xxxx x9xx	Temperatur der Messeinheit zu hoch	16
	xxxx xAxx	Lasertemperatur außerhalb des Arbeitsbereiches oder ungültig	delete*
<b>4 Berechnung / Verarbeitung im Sky Condition Algorithmus</b>			
	xxxx 0xxx	Verarbeitung in Ordnung	
	xxxx 1xxx	Problem bei der Berechnung der Sichtweite	16 / 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 Laser und LED-Testpuls</b>			
	xxx0 xxxx	Laser und LED-Testpuls arbeiten normal	
	xxx1 xxxx	Allgemeines Laserproblem	60
	xxx2 xxxx	LED-Testpuls kleiner oder gleich Null	16
	xxx3 xxxx	Laser austauschen (Alterung)	60
	xxx4 xxxx	Fehler: Lasercontroller	16
	xxx5 xxxx	Fehler: Lasertrigger nicht detektiert	16
	xxx6 xxxx	Laser deaktiviert (lasersicherheitsbezogen)	16 / ∞
<b>6 Detektor (Empfänger)</b>			
	xx0x xxxx	Detektor arbeitet normal	
	xx1x xxxx	Signalqualität – niedriger Referenzpuls	16
	xx2x xxxx	Empfänger falsch ausgerichtet oder Fenster verschmutzt	60
	xx6x xxxx	Werte aus Empfängersignal null oder leer	16

Group	Hex-Code	Fehler-Bezeichnung	Dauer [s]
	xx7x xxxx	Kein ausreichendes Testlaser-Signal vorhanden	16
	xx8x xxxx	Kein Fensterpuls im Empfängersignal	16
	xxDx xxxx	Kein Empfängersignal (Detektor oder HV-Versorgung defekt?)	16
	xxEx xxxx	Kein Empfängersignal (Versorgungskabel?)	16
	xxFx xxxx	Kein Empfängersignal (Signalkabel?)	16
<b>7 Fensterverschmutzungssensor</b>			
	x0xx xxxx	Fenster nicht verschmutzt	
	x3xx xxxx	Fenster verschmutzt	60

Tabelle 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 15k kann über eine Ethernet-Schnittstelle (WAN / LAN-Verbindung) aktualisiert werden. Bitte beachten Sie den nachfolgenden Abschnitt 8.7 Kommunikation via Ethernet-Web-Interface für Details. Ein Software-Update erfordert ein Superuser-Passwort.

## 8.7 Kommunikation via Ethernet-Web-Interface

### 8.7.1 Geräteüberblick und Zugriffsrechte (Device Reiter)

The screenshot shows the 'Device' tab of the Lufft web interface. The top navigation bar includes 'Viewer', 'NetCDF Files', 'Config System', 'Config Network', 'Config RS485', 'Process Status', and a help icon. The main content area is divided into two columns:

- Status:** A table listing device details:
 

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
- Status info:** A large empty grey box.
- Administration:** A form with a 'Code:' input field, a 'Validate' button, and an 'End-user' label.

An 'update' link is located at the bottom right of the status table.

Abbildung 16 Webinterface

Abbildung 16 zeigt den Startbildschirm (Reiter „Device“) nach erfolgreicher Verbindung mit dem Gerät (Inbetriebnahme siehe Abschnitt 7.2). Dieser zeigt Informationen zum aktuellen Status des Gerätes. Das Anmelden als Superuser oder Serviceuser ist möglich.

Die Kommunikation mit dem CHM 15k über eine Ethernet-Verbindung ist schnell, komfortabel ~~sicher~~ und systemunabhängig. Im Inneren des Gerätes läuft ein Apache Web-Server. Dieser ermöglicht eine Kommunikation- und Konfigurationsplattform via das 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, zum Beispiel die Seriennummer, modifizieren, siehe Tabelle 4, 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 und dem Statusfeld in RS485 Datentelegrammen. Die Prozessstatusseite (Abbildung 24) enthält weitere Informationen für Servicepersonal.

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

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

Abbildung 17 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.

File Name	Size [kB]
20190924_Berlin_CHM15kd01_000.nc	6369
20190923_Berlin_CHM15kd01_000.nc	24579

Abbildung 17 Webinterface: NetCDF Dateien

Abbildung 18 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 21) 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 Tabell oberhalb der Bilddaten dargestellt.

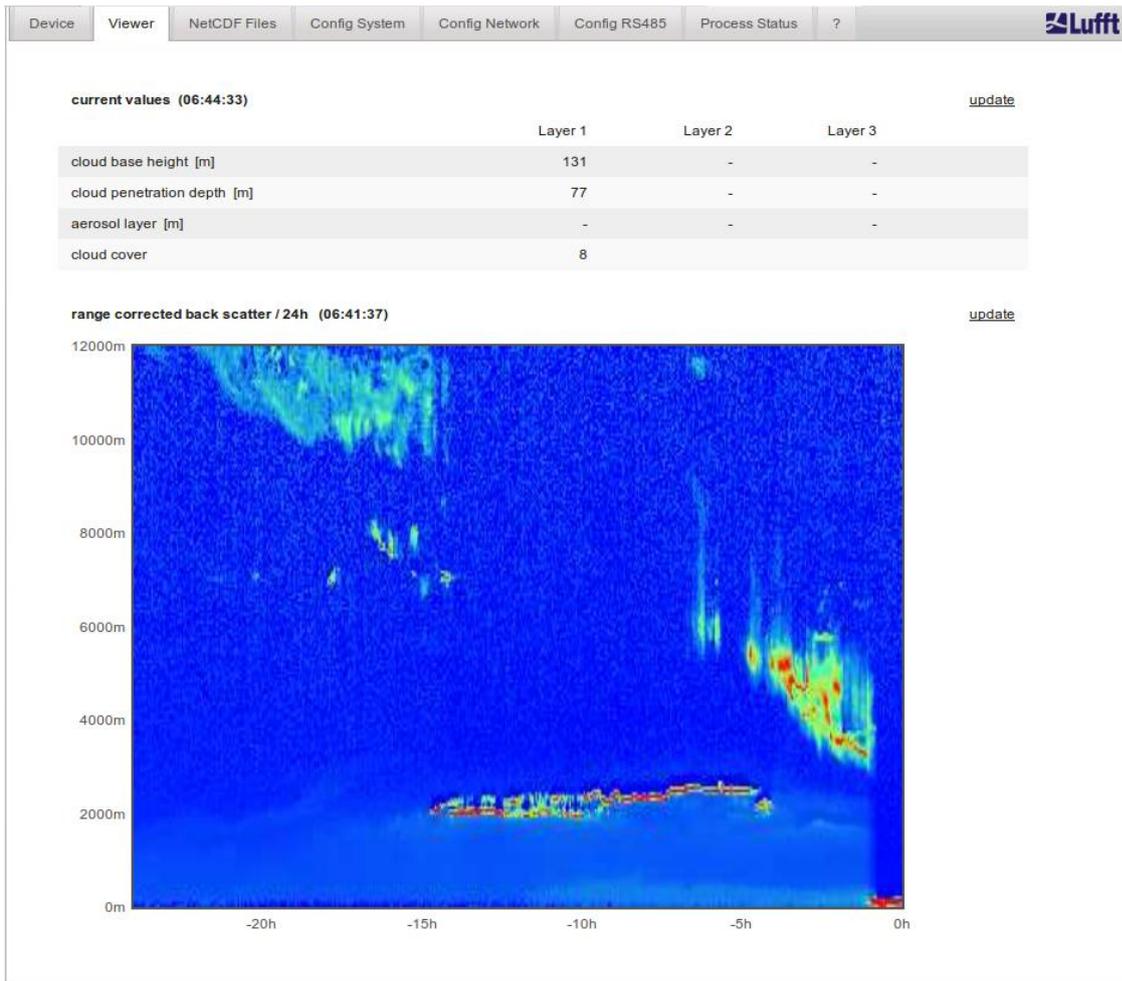


Abbildung 18 Webinterface: Viewer.

### 8.7.3 Konfiguration des CHM 15k (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.

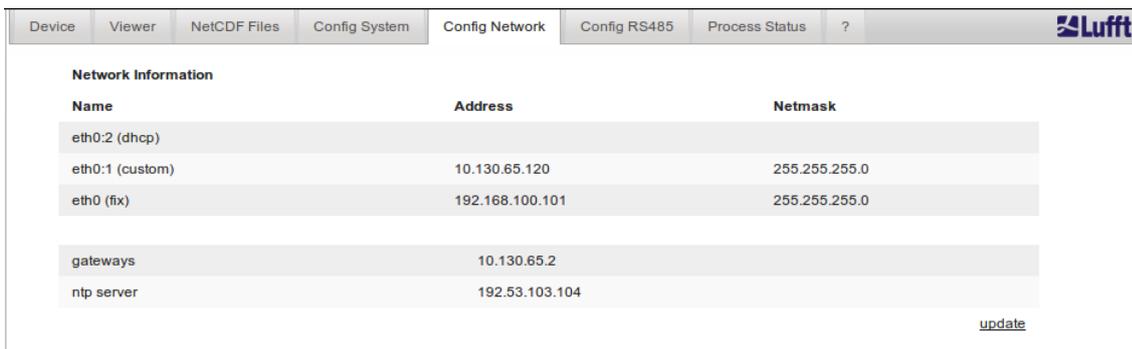


Abbildung 19 Webinterface: Netzwerkkonfiguration (read-only mode) für ein Gerät mit konfigurierter statischer IP (eth0:1).

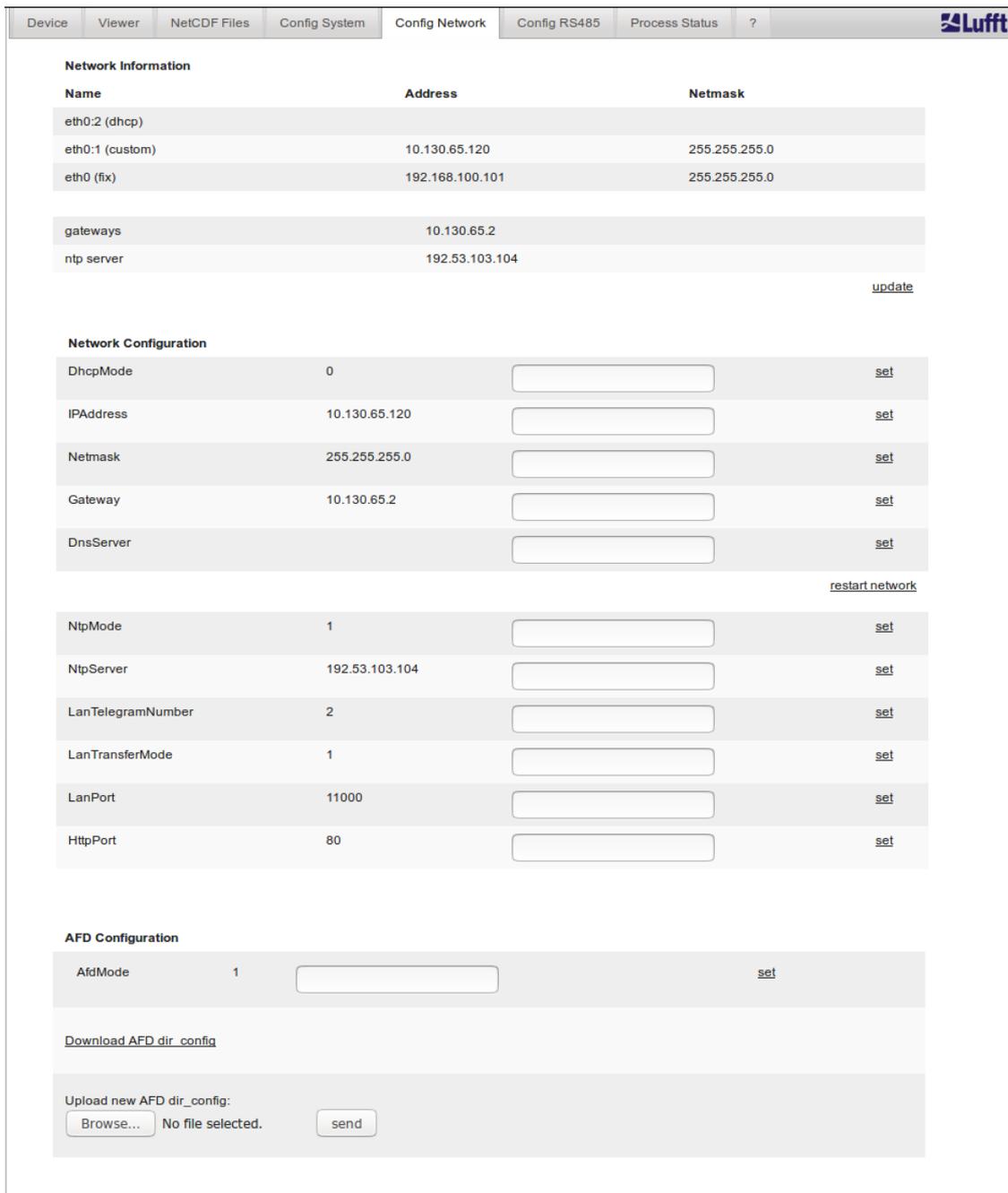


Abbildung 20 Webinterface: Netzwerkkonfiguration (Superuser).

Abbildung 19 zeigt die Registerkarte "Config Network" eines Geräts mit statischer IP in der Standard-Benutzeransicht. In der Superuser-/Servicenutzeransicht im „Config Network“-Reiter (Abbildung 20) 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 (ftp)-Modus einschalten, sollten Sie die AFD-Konfigurationsdatei sorgfältig installieren. Siehe Abschnitt 8.8 AFD für weitere Informationen.

Abbildung 21 zeigt den Inhalt der Registerkarte "Config System", auf der die Einstellung von Teilen der System- und Messparameter ermöglicht wird.

Parameter	current Value	new Value	
Location	DachBerlin	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Institution	Lufft	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
WMOSStationCode	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 21 Webinterface: Systemkonfiguration oberer Teil (Superuser).

Es wird empfohlen die Parameter Standort, Institution, Längen- und Breitengrad auszufüllen, da diese Information hilfreich ist, wenn Daten zu einem späteren Zeitpunkt mit anderen Instrumenten verglichen werden. Die Information ist auch hilfreich, wenn der Lufft-Service zur Identifizierung von Problemen benötigt wird.

Um die korrekte Funktionsfähigkeit des CHM 15k zu gewährleisten, sind einige Parameter im Superuser-Modus nicht verfügbar. Weiter unten auf der gleichen Seite können Firmware-Updates im Superuser-Modus in das Gerät geladen werden (Abbildung 22). 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 beigelegt.



Abbildung 22 Webinterface: Systemkonfiguration unterer Teil (Superuser).

Abbildung 23 zeigt die Seite „Config RS485“. Aus Sicherheitsgründen fehlt die Upload-Funktion für neue Telegrammformate. Bitte kontaktieren Sie die Firma Lufft, wenn Sie eigene Telegramme installieren möchten.

Parameter	current Value	new Value	
RS485Number	16	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Baud	3	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
BaudAfterError	3	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
Transfermode	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
TransfermodeAfterError	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
IgnorChars	06	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
MaxCrossTalkChars	5	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
TimeOutRS485(s)	30	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>
SystemStatusMode	0	<input type="text"/>	<a href="#">set</a>

[Download current telegramformat description](#)

Abbildung 23 Webinterface: RS485 Konfiguration (Superuser).

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

Der obere Teil des Registers „Process Status“ der Abbildung 24 wird hauptsächlich vom Lufft-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 24) 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 Zeitserver 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

	ntpq, 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 ein 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 Lufft web interface with the following sections:

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

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 present below this section.
- AFD Status:** A table with the following data:
 

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 the following data:
 

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 present below this section.

Abbildung 24 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 ist ausgeschaltet.

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

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

Wird der *NtpMode* im laufenden Betrieb aktiviert und der Zeitunterschied zwischen Server und CHM 15k ist größer als 1000 s wird keine Zeitsynchronisation durchgeführt. In diesem Fall ist ein Firmware-Neustart oder einmaliges manuelles Zeitzsetzen mit erneuter Aktivierung des *NtpModes* notwendig um die Zeit des Zeitservers trotzdem 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

Der AFD-Modus („automatic file distribution“ – erweiterter Dateiverteilungsmodus) wird seit der Firmware 0.52 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 20) 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 einen Kommentar zu markieren

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 Gerätenamen, wie z. B. CHM060001, 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 Telegram 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 werden (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 4.

Alle in Abschnitt 8.3 beschriebenen Benutzer-Datentelegramme können abgerufen werden. Das Rohdatentelegramm ist weiterhin uenkodiert wie im RS485-Übertragungsmodus und muss uudekodiert 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 und vom 06. April 2015 befinden. Die Ausgabedatei des Beispiels ist out.nc.

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

## 9 Datenauswertung / Sky Condition Algorithm (SCA)

Das CHM 15k 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 15 km ab. Ziele wie Aerosolschichten und Wolken erscheinen als Echos mit einer bestimmten Rückstreuungintensität und Signalabschwächung. Sowohl die molekulare Absorption als auch die Rayleigh-Streuung durch Luftmoleküle ist bei einer Laserwellenlänge von 1064 nm vernachlässigbar. Der Abstand der streuenden Partikel zum Gerät wird aus der Laufzeit der Laserpulse berechnet.

### 9.2 Aufbereitung der Messdaten

Die Datenaufbereitung ist eine wichtige Aufgabe, bevor die verschiedenen Schritte des SCA-Algorithmus beginnen. Der Hauptgrund dafür ist die Harmonisierung / Normalisierung der Datensätze zwischen verschiedenen CHM 15k-Systemen, um ähnliche Ergebnisse zu erzielen, z. B. für Wolkenunterkanten, auch wenn die Empfindlichkeit der verschiedenen Instrumente unterschiedlich ist.

Jede einzelne Messung wird durch Bestimmen der Detektionsempfindlichkeit mit einem Referenzlichtimpuls  $p_{calc}$  normiert. Unterschiede zwischen verschiedenen Geräten werden durch einen Skalierungsfaktor  $c_s$  ausgeglichen, der durch eine Vergleichsmessung mit einem Referenzgerät bestimmt wird. Abbildung 25 zeigt die Profile von zwei verschiedenen Geräten nach der Normalisierung und Kalibrierung.

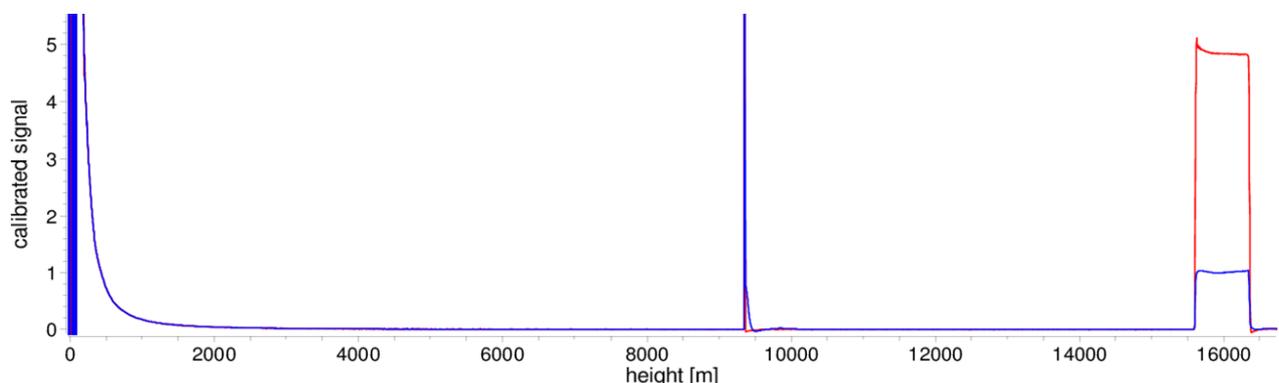


Abbildung 25 Normiertes Rückstreusignal  $P(r)$  für Referenzmesseinheit (blau) und Testmesseinheit (rot). Für die Normierung wird eine Horizontalmessung mit einem festen Ziel in 9,4 km Entfernung durchgeführt. Bei 16 km Entfernung ist ein Testpuls im Signal sichtbar.

The folgende Formel wird benutzt, um die normalisierte Rückstreuleistung zu erhalten:

$$P(r) = \frac{P_{raw}(r) - b}{c_s \cdot O(r)} \cdot \frac{1}{p_{calc}}$$

Dabei entspricht  $P_{raw}$  dem unverarbeiteten Rückstreusignal,  $b$  entspricht der Baseline und  $O(r)$  ist die Überlappungsfunktion.  $p_{calc}$  und  $c_s$  sind die Normalisierungskonstante und der Kalibrierungsfaktor. Das normalisierte Rückstreusignal  $P(r)$  wird mit  $r^2$  multipliziert und in der Variable beta\_raw im NetCDF abgespeichert.

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 26 dargestellt. In verschiedenen Höhenlagen variiert die Zeitmittelung von 15 Sekunden unter 3 km bis 300 Sekunden über 6 km.

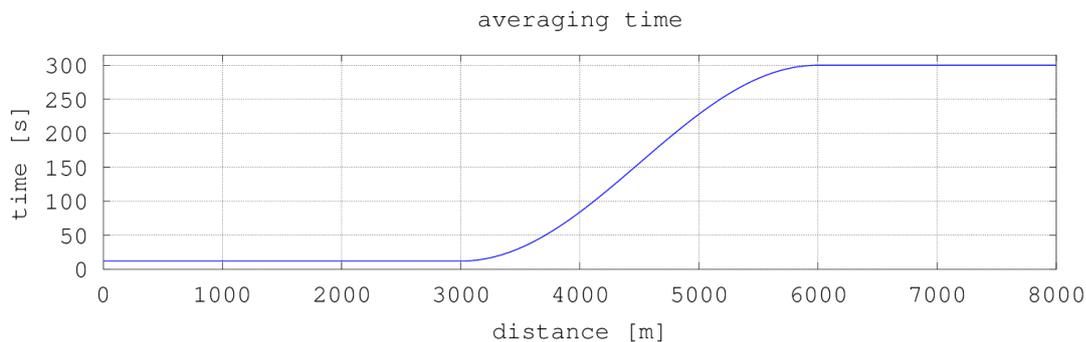


Abbildung 26 Beispiel für die Mittelung über verschiedene Zeiträume zur Bestimmung von Wolkenhöhen.

### 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 27 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.

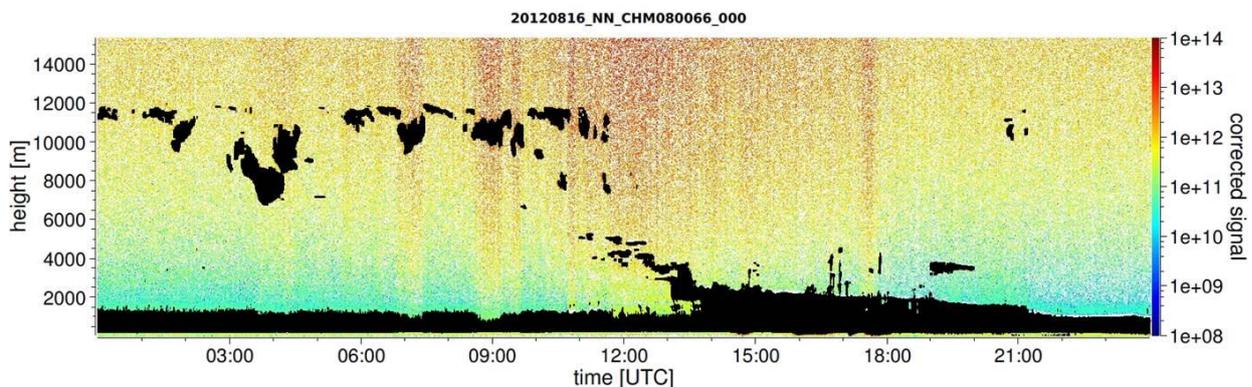


Abbildung 27 Wolkenerkennungsalgorithmus.

### 9.4 Wolkeneindringtiefe

Eine Wolkeneindringtiefe wird durch Erkennen einer Wolkenuntergrenze und danach einer oberen Wolkenhöhe unter Verwendung des Signalintensitätspegels bewiesen, 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 28 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 Wolkenoberkante kann nicht mehr identifiziert werden.

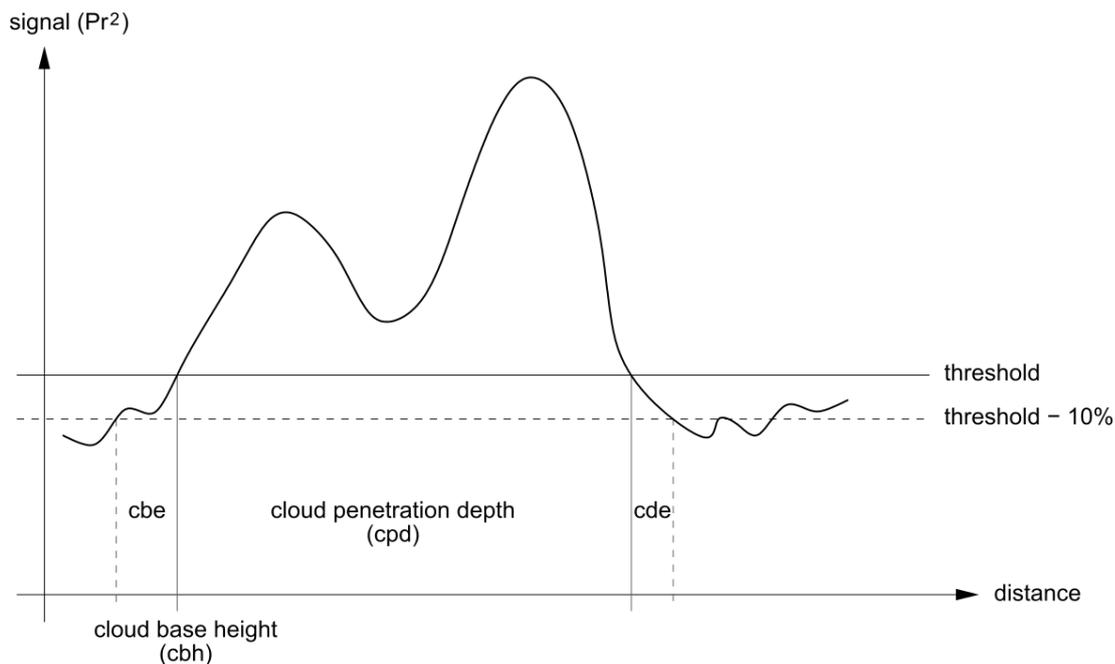


Abbildung 28 Diagramm zur Darstellung des Auswertungsprozesses für verschiedene Wolkenparameter.

## 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 4 und Tabelle 5 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 Einfachstreuprozesse 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 (onshore) 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, um Gradientensignaturen im Rückstreusignal zu finden. 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 Verhalten der unteren Wolkenbasen im Zeitverlauf bestimmt. Dabei wird zwischen der Bedeckung der untersten Wolkenschicht (BCC: Base Cloud Cover) und der Summe aller Wolkenschichten (TCC: Total Cloud Cover) unterschieden. Die Werte für diese Parameter werden ebenfalls in den NetCDF-Dateien gespeichert.

Das betrachtete Zeitintervall ist höhenabhängig (Abbildung 29). 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.

<b>Achtel</b>	<b>Beschreibung</b>
- (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

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

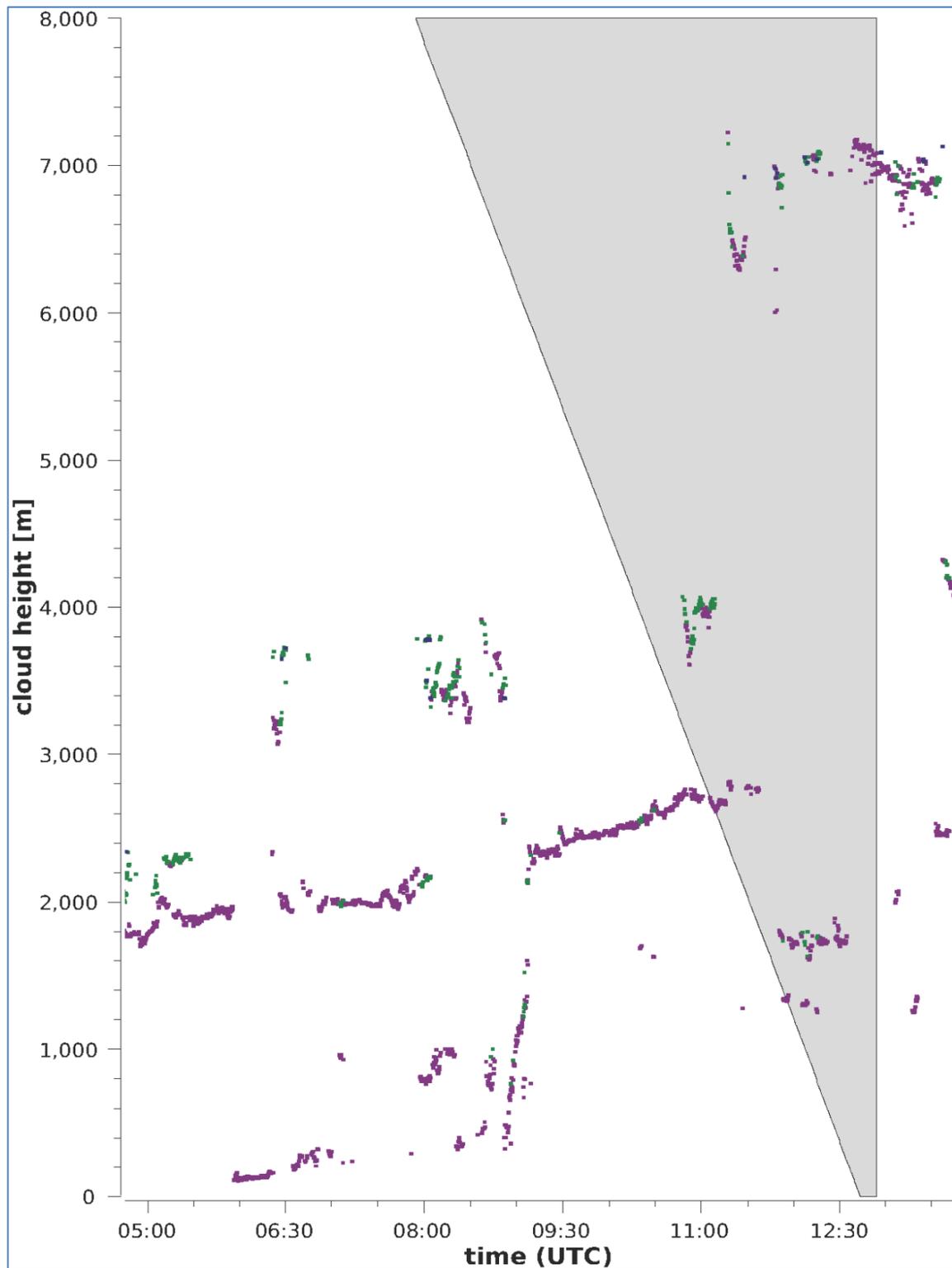


Abbildung 29 Bedeckungsgradalgorithmus.

Hinweis: Das gewählte Zeitintervall für die Berechnung der Wolkenbedeckung hängt davon ab, in welchem Bereich eine Kegelstumpffunktion für die 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, es werden die numerischen Werte -1, -3 werden 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 15k Klasse 1M unsichtbare Laserstrahlung 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 30). 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 der Webschnittstelle (siehe Abbildung 16) oder der Statuscode über RS485 (siehe 8.5 Statuscodes) herangezogen werden.

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 15k-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 15k benötigt eine regelmäßige Reinigung, um die Messqualität aufrechtzuerhalten.</li> <li>⇒ Das CHM 15k 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 30): 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 31
bei Bedarf	Schnee entfernen <sup>2</sup>	Lüfteransaugbereich freihalten, siehe Abbildung 31

Tabelle 24 Reinigungsintervalle / -maßnahmen.

<sup>1</sup> bei durchschnittlicher Staubbelastung von 25 – 35 µg/m<sup>3</sup> in der Luft.

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

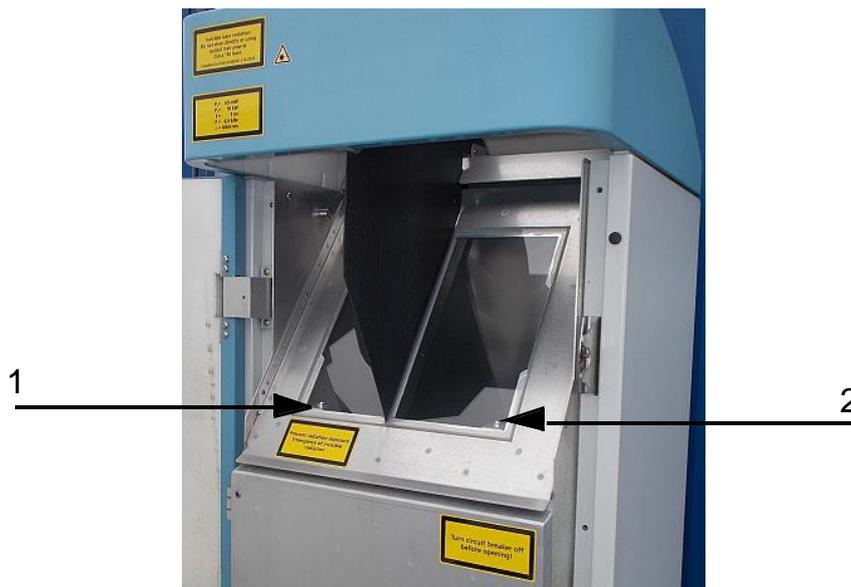


Abbildung 30 Zu reinigende Fenster.

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: Empfängerenausgang auf der rechten Seite mit roter LED



Abbildung 31 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> <p>⇒ Öffnen Sie nicht die innere Gehäusetür. Wartungsarbeiten dürfen nur von geschultem Servicepersonal durchgeführt werden. Alle Wartungsarbeiten erfordern eine technische Qualifikation in elektrischer Sicherheit.</p> <p>⇒ Schalten Sie den externen Leistungsschalter vor Wartungs- und Reparaturarbeiten aus und sichern Sie ihn gegen Wiedereinschalten.</p>

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 -5 Jahre	Wartung der Messeinheit, wenn Anzeichen von Laserverschleiß (Abfall der Wiederholungsrate) auftreten 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
ca. alle 8 Jahre	als vorbeugende Maßnahme: Ersetzen des elektronischen Mainboards	nur durch Service-Personal

Tabelle 25 Vorbeugende Wartungsintervalle und -maßnahmen.

## 11 Anhang

### 11.1 CHM 15k Hardwareversion

Revision	Umstellungsdatum	Änderungen	Kommentar
REV 01	01.05.2014	Lufft Hardwarestatus 1	Erste Version der Lufft Hardware
REV 02	01.09.2014	Update CHM Mainboard, neu: 41.61225	alt 61125 neu: 61225
REV 03	01.06.2015	1) DSL Kabel neu: 2) RS485 Kabel neu 2x2x0.34 3) LaserController Upgrade 4) VDSL Modem R4	1) TWINAX- Lapp#:2170050 2) Unitronic (DIN color scheme) 3) R1 release 4) MEG250AE
REV 04	1.7.2015	Neues Prozessorboard wegen Abkündigungen von Bauteilen	8350.MCP (old 550, new 552)
REV 05	29.7.2015	CHM Mainboard neu wegen Abkündigungen von Bauteilen	8350.MCU
REV 06	1.6.2019	EMV und sicherheitsrelevante Verbesserungen	
REV 07	11.05.2020	Ansteuerung Lüftertrafo	

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

### 11.2 CHM 15k Software-Version

Dieses Handbuch bezieht sich auf Firmwareversion 1.050 vom September 2020 für das CHM 15k.

OS / FPGA Version	Beschreibung	Veröffentlicht
OS 12.12.1 FPGA 2.13	<b>CPU 550:</b> bad block handling implemented Reset ADC temperature sensor	Dec 2012
OS 15.06.1 FPGA 2.13	Original release for CPU release 552	Jun 2015
OS: 15.12.1 FPGA 2.13	Ethernet driver: solves communication issue in direct connection, Laptop – CHM15k Host name is set correctly (device name). Host name is used by AFD „%h“ and submitted to a DHCP-server. In the web interface the IP and the host name can be entered, e.g. CHM160122.lufft.de	Dec 2015
OS 16.05.1 FPGA 2.13	Web-update release of 15.06.1 (same content as 15.12.1)	May 2016
OS 17.05.01 FPGA 2.13	Boot problem with some SD cards fixed	May 2017
OS 18.10.01 FPGA 2.13	Only relevant for production. (Device-dependent use of the EEPROM (e.g. laser life time for CHM8k))	Oct 2018

Tabelle 27 Betriebssystem / FPGA Releases.

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
0.723	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NetCDF Bugfix zum Vermeiden von Problemen im ctrl Prozess</li> <li>2. Unterstützung von neuen Prozessor-Boards (2015)</li> <li>3. Letzter Jenoptik-Release</li> </ol>	März 2014
0.730	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anpassung der Wolkenerkennung bei Niederschlagsereignissen</li> <li>2. Unterstützung der Telegramübertragung via Ethernet, benutzt nun Port 11000</li> <li>3. Aerosol-Layer Erkennung im unteren Rangebereich ist nun weniger empfindlich, um Artefakte zu vermeiden</li> <li>4. Range-Parameter in Web- und Befehls-Interface eingebaut (RAR, RAS, RAE, RHD)</li> <li>5. Wolkenerkennung benutzt nun flexible Range-Auflösung, um präzises Post-Processing zu erlauben</li> <li>6. Range2DIM in RangeHRDim umbenannt und auf max. 600 Datenpunkte beschränkt</li> <li>7. Seriennummern von verschiedenen Komponenten in EEPROM (opticconfig) eingefügt</li> <li>8. Neue Mainboard-Seriennummer (2015er Edition)</li> </ol>	Dez. 2014
0.732	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kleinere Anpassungen beim Wolkenerkennungsalgorithmus (kleinere False Alarm Rate unter 100 m; Signalglättung verändert)</li> <li>2. Erste Mittelung beginnt bei 3 km anstelle bei 2.2 km, + passt besser zu Anforderungen des Wetterdienstes</li> <li>3. Geräte name bleibt erhalten, wenn Reset auf Werkeinstellung durchgeführt wird</li> <li>4. Übertragen der Einstellungen auf Werkeinstellung wurde vom Web-Interface entfernt (wird in Zukunft wieder eingebaut)</li> </ol>	Mai 2015
0.733	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mainboard und Prozessor-Board Überarbeitung wird im Web-Interface angezeigt</li> <li>2. Statuscode Bit 12 (Laser controller temperature) mit Bit 13 (laser interlock) zu Bit 13 zusammengelegt</li> <li>3. Kompatibilitätstest für das Firmwareupdate mit dem Prozessor-Board (Error auf das Statuscode Bit 12)</li> <li>4. Heruntersetzen der zulässigen Laser Optical Unit (LOM) Temperatur von 62°C auf 55°C</li> <li>5. Höhere Toleranz der APD Temperaturwarnung (Statuscode Bit 26), nun 24°C &lt; x &lt; 28°C</li> </ol>	Juli 2015

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
0.735	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einstellbarer Höhenbereich auf [-999 m, 9999 m] vergrößert, negative Werte werden nun zugelassen</li> <li>2. Einstellbarer Bereich für RangeStart und RangeEnd angepasst (RangeStart-Obergrenze von 3000 auf 1000; RangeEnd-Untergrenze von 8000 auf 5500)</li> <li>3. Anzeigen der korrekten Laser-Lifetime (mit LaserInstallTime) im Web-Interface und in chmsettings.txt (dasselbe wie in der NetCDF Datei)</li> <li>4. Neue Telegramme vordefiniert: #4 (angepasst auf #2) und #5 (angepasst auf #1), mit dem Unterschied, dass Lüfter- und Heizungsbetrieb am Ende des Telegramms dargestellt werden und die Altitude nun kein Vorzeichen mehr hat, um größere Werte annehmen zu können</li> </ol>	Sept. 2015
0.743	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aerosol-Layer-Height (ALH) Algorithmus weiter verbessert (für ALH-Werte bei geringem SNR)</li> <li>2. Eine Tabelle mit aktuellen Messwerten (cbh, cpd, alh, tcc) wird nun in einem Viewer-Tab des Web-Interface dargestellt (begrenzt auf 5 Schichten)</li> <li>3. Dateiname und Erstellungsdatum der verwendeten Overlap-Datei wird nun im Web-Interface gezeigt und im NetCDF gespeichert</li> <li>4. Vaisala CT25K Telegrammmeldungen Nummer 1 und 6 sind nun in den Nutzertelegrammen 8 und 9 integriert</li> <li>5. SD-Kartennutzung angepasst (CHM arbeitet ohne vorhandene SD-Karte)</li> <li>6. Neue Einstellung für DhcpMode &amp; DnsServer verfügbar, DHCP Modus kann abgestellt werden</li> <li>7. HTTP-Ports können eingestellt werden</li> <li>8. LAN-Port und Telegramm-Modus für die Telegrammabfrage über LAN können eingestellt werden</li> </ol>	Juli 2016
0.747	<p>Bitte beachten: ChmDataViewer Version 1.7 wird benötigt!</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der aktuelle CloudDetectionMode wird in der NetCDF Variable 'software_version' an der letzten Position gezeigt (z.B. software_version = "17.05.1 2.13 0.747 1" für Modus 1)</li> <li>2. Wolkenerkennungsvariante "higher low clouds" eingebaut, wird mit neuer Einstellung CloudDetectionMode = 1 (RS485 Kurzbefehl: CDM). Neustart ist notwendig nach Änderung der Einstellung des CloudDetectionMode Wertes.</li> <li>3. Korrektur für die Behandlung von Zeitfenstern nach Änderung der Systemzeit</li> <li>4. Keine ALHs ausgeben über Wolken, Unterschwingern und während Niederschlag</li> <li>5. Behandlung von Location mit Umlauten</li> <li>6. Telegram Nr. 2 kann mit bis zu 9 Schichten benutzt werden</li> <li>7. Handbuch: Version R09 integriert</li> </ol>	Mai 2017

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
0.754	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Log Error "APD temperature not in range" (Bit 26) wird nur benutzt, wenn PeltierMode = 1</li> <li>2. Lebensdauer der „APD temperature read errors“ verringert</li> <li>3. Service-Passwort geändert (Superuser-Passwort bleibt unberührt)</li> <li>4. Synchronisierung des internen Dateisystems nach wichtigen Schreibvorgängen</li> <li>5. Der Lüfter wird nicht eingeschaltet, wenn die Außentemperatur unzulässig ist. Hitzebedingte Ventilation wird nur betrieben, wenn die Innentemperatur zulässig ist</li> <li>6. Unzulässige Temperatur an Bauteilen resultiert in einem Fehler in Status-Bit 10</li> <li>7. Abschalten der ALH Filter im Testmodus (relevant für den CH Simulator)</li> <li>8. Korrektur: Standort-Parameter kann voreingestellt werden (NN)</li> </ol>	Mai 2018
1.000	<p>CHM8k &amp; CHM15k Firmware zusammengeführt, basierend auf Version 0.753 bzw. 0.754</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Universal RS485 Adresse 99 eingeführt, welche immer unabhängig von der eingestellten RS485 Nummer funktioniert</li> <li>2. Eskalierende Statuscodes eingeführt, welche in Telegramm 1 und 5 ausgegeben werden</li> <li>3. Ausgabe der Statusinformationen nach dem Geräteneustart (abhängig vom Grund des Neustarts) im Telegramm, Web-Interface und im NetCDF</li> <li>4. Sieben zusätzliche Speicherplätze für Kommentare verfügbar (je 32 Bytes). Kommentar 1 und 7 werden am Ende von Telegramm 4 übermittelt. Telegramm 4 hat nun variable Länge. Kommentare nehmen nur so viel Platz wie sie brauchen. Kommentare 1 &amp; 7 (CM1 &amp; CM7) können via RS485 eingestellt werden</li> <li>5. Bestimmen der Sichtweite nur anhand von Daten aus dem aktuellen Logging-Intervall</li> <li>6. Start der zeitl. Mittelung für den Wolkenerkennungsalgorithmus oberhalb von 3050 m</li> <li>7. MIME-Typ für den Download verschiedener Settings-Dateien (chm*, afd*, Telegramm) korrigiert</li> <li>8. Fehlerbehebung in der Wolkenerkennung (auf Version 0.727): Dimensions-Check</li> </ol>	Sept. 2018
1.010	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verbesserung der Behandlung des APD temperature read errors</li> <li>2. Kompensation beim Überlaufen der LaserLifeTime des Lasermoduls in der Firmware</li> </ol>	Nov. 2018

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 0)</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. Keine Beeinträchtigung der Daten-Verarbeitung während des Downloads von zahlreichen NetCDF-Dateien übers Web-Interface.</li> <li>8. Web: Neues Logo; CHM-Seriennummer und Favicon im Browser-Tab anzeigen</li> <li>9. Skalierung für die Web-Viewer-Ansicht korrigiert</li> <li>10. Minimal-Wert von RangeDimHr auf 10 gesetzt</li> <li>11. Hardware-Versionsnummer im Web-Interface angezeigt (Bei bestehenden Geräten ist dieser Wert 0).</li> </ol>	Sept. 2019
1.030 1.040	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laserfrequenzüberwachung (Abschaltung ab 8kHz, Status-Bit 11). Warnung, wenn Laserfrequenz größer 7.9kHz (Status-Bit 27).</li> <li>2. Löschen der Netcdf-Dateien zum Monatswechsel, nur wenn zip erfolgreich war.</li> <li>3. Bugfix (Netcdf-Erzeugung)</li> </ol>	Nov. 2019 Jan. 2020
1.050 1.060	<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 eingeführt), siehe Abschnitt 8.5.</li> <li>5. Neues NetCDF-Format (beta_att) eingeführt sowie Parameter NetcdfMode zum Umschalten der Formate, siehe Abschnitt 8.4, Tabelle 14 und Tabelle 15. Hinweis: Für eine korrekte Anzeige in der CHM-Data-Viewer Software wird eine Version ab 2.5 benötigt.</li> <li>6. Überarbeitung des Qualitätsindex pbs der Aerosolschichterkennung.</li> <li>7. Korrektur der Berechnung von Optical State (state_optics) und damit dem Auftreten der Warnung zur Fensterscheibenverschmutzung.</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. Bugfixes</li> </ol>	Sept. 2020 Okt. 2020

Firmware-Version	Beschreibung	Veröffentlicht
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. Grenzen für Außentemperaturwarnung auf -40°C bis 50°C gesetzt.</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

Tabelle 28 Firmwareversionen.

## 12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Sicherheitskennzeichnung. ....	7
Abbildung 2 Funktionsschema. Die Zahlen in Klammern entsprechen der Nummerierung der Ersatzteilliste (siehe Servicehandbuch). ....	12
Abbildung 3 Ablaufschema Standardmesszyklus. ....	13
Abbildung 4 Bohrschablone. ....	15
Abbildung 5 CHM 15k verpackt und in Transportposition. ....	16
Abbildung 6 CHM 15k mit Styropor- oder Papierwabenverpackung. ....	16
Abbildung 7 Hebepositionen und Griffschutz (Kantenschutzprofil). ....	17
Abbildung 8 Transport mit Sackkarre. ....	17
Abbildung 9 Befestigungselemente. ....	18
Abbildung 10 Schematische Skizze der elektrischen Installation. ....	19
Abbildung 11 Elektrische Installation des CHM 15k. ....	20
Abbildung 12 Erdungsanschluss am Sockel des Gerätes. ....	21
Abbildung 13 RS485 Verbindung zu einem Signalumwandler. ....	21
Abbildung 14 DSL Verbindung. ....	21
Abbildung 15 Ansicht des Firefox-Browsers mit einer Verbindung mit dem CHM 15k (hier: feste IP-Adresse). ....	24
Abbildung 16 Webinterface. ....	51
Abbildung 17 Webinterface: NetCDF Dateien. ....	52
Abbildung 18 Webinterface: Viewer. ....	53
Abbildung 19 Webinterface: Netzwerkkonfiguration (read-only mode) für ein Gerät mit konfigurierter statischer IP (eth0:1). ....	53
Abbildung 20 Webinterface: Netzwerkkonfiguration (Superuser). ....	54
Abbildung 21 Webinterface: Systemkonfiguration oberer Teil (Superuser). ....	55
Abbildung 22 Webinterface: Systemkonfiguration unterer Teil (Superuser). ....	56
Abbildung 23 Webinterface: RS485 Konfiguration (Superuser). ....	56
Abbildung 24 Webinterface: Prozesswarnungen / Fehlerlog sowie NTP- und AFD-Status. Letztere sind nur sichtbar, wenn der NtpMode beziehungsweise AfdMode aktiviert (1 gesetzt) wurden. ....	57
Abbildung 25 Normiertes Rückstreusignal P(r) für Referenzmesseinheit (blau) und Testmesseinheit (rot). Für die Normierung wird eine Horizontalmessung mit einem festen Ziel in 9,4 km Entfernung durchgeführt. Bei 16 km Entfernung ist ein Testpuls im Signal sichtbar. ....	61
Abbildung 26 Beispiel für die Mittelung über verschiedene Zeiträume zur Bestimmung von Wolkenhöhen. ....	62
Abbildung 27 Wolkenerkennungsalgorithmus. ....	62
Abbildung 28 Diagramm zur Darstellung des Auswertungsprozesses für verschiedene Wolkenparameter. ....	63
Abbildung 29 Bedeckungsgradalgorithmus. ....	66
Abbildung 30 Zu reinigende Fenster. ....	69
Abbildung 31 Lüfteröffnung. ....	70

## 13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gerätevarianten.....	8
Tabelle 2 Technische Daten.....	9
Tabelle 3 Befehle für einen Funktionstest.....	23
Tabelle 4 Liste der konfigurierbaren Geräteparameter; .....	29
Tabelle 5 Liste der nur lesbaren Parameter, die über RS485 verfügbar sind;.....	30
Tabelle 6 Zusammenhang zwischen Baudratennummer und Baudrate.....	33
Tabelle 7 Übersicht der verfügbaren Transfermodi.....	34
Tabelle 8 Format des Standardtelegramms; * = beliebiges Zeichen.....	36
Tabelle 9 Format des erweiterten Datentelegramms (siehe auch Tabelle 10); * = beliebiges Zeichen. .....	38
Tabelle 10 Bezeichnungen im erweiterten Datentelegramm.....	39
Tabelle 11 Baudrate - Beschränkungen des Protokollierungsintervalls.....	40
Tabelle 12 Format des Rohdatentelegramms; * = beliebiges Zeichen.....	40
Tabelle 13 Dimensionen in der NetCDF Datei.....	42
Tabelle 14 Globale Attribute in der NetCDF Datei; *Benutzerdefinierte Einstellungen.....	43
Tabelle 15 Variablen in der NetCDF Datei für beta_att-Format.....	45
Tabelle 16 Variablen in der NetCDF Datei für beta_raw-Format.....	46
Tabelle 17 Sonderwerte für Auswerteparameter.....	47
Tabelle 18 Statuscodes / Statusbits.....	48
Tabelle 19 Eskalierende Statuscodes (HW: Hardware, SW: Software, FW: Firmware); *delete: Fehler wird angezeigt bis die Fehlerbedingung beseitigt ist.....	51
Tabelle 20: NTP Status.....	57
Tabelle 21 Q-Index Beschreibung der Aerosolschichthöhe.....	64
Tabelle 22 Bedeckungsgrad, WMO Code 2700 und Definitionen in Zehnteln.....	65
Tabelle 23 Sky Condition Index (SCI).....	67
Tabelle 24 Reinigungsintervalle / -maßnahmen.....	69
Tabelle 25 Vorbeugende Wartungsintervalle und -maßnahmen.....	71
Tabelle 26 Hardwareversionen (Hardwareversion 0 heißt, dass der Wert nicht gesetzt ist).....	72
Tabelle 27 Betriebssystem / FPGA Releases.....	72
Tabelle 28 Firmwareversionen.....	77

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

