
CEILOMETER CT 25K ***Kurzbeschreibung***

CT25Kde_12.95
20. Dezember 1995
© Vaisala 1995

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINE INFORMATION	3
1.1. Produktübersicht	3
1.1.1. Anzeigemöglichkeiten	5
1.1.2. Graphische Benutzeroberfläche CT-VIEW	5
2. FUNKTIONSBESCHREIBUNG	9
2.1. Funktionstheorie	9
3. TECHNISCHE BESCHREIBUNG	13
3.1. Allgemein	13
3.2. LIDAR Messung	16
3.3. Interne Überwachung und Regelung	18
3.4. Verwenden der Schrägstellrichtung	19
3.4.1. Montage am Schwenkarm	20
3.5. Spezifikationen	21
3.5.1. Meßleistung	21
3.5.2. Einsatzbedingungen	21
3.5.3. Mechanik	21
3.5.4. Anschluß J1 - Scheibenkonditionierer	21
3.5.5. Anschluß J2 - Stromversorgung	22
3.5.6. Daten- und Kommunikationsschnittstellen	22
3.5.6.1. Anschluß J3 - Datenleitung	22
3.5.6.2. Anschluß J4 - Wartungsleitung	23
3.5.6.3. CCITT V.21, Bell 103 Interface - optionell	24
3.5.7. Transmitter	24
3.5.8. Empfänger	25
3.5.9. Optisches System	25
3.5.10. Prozessor	26

Leerseite

1. ALLGEMEINE INFORMATION

1.1. Produktübersicht

Der Ceilometer CT25K dient der Messung von Wolkenhöhen und Vertikalsicht. Er verwendet gepulste Laserdioden-LIDAR Technologie (LIDAR = Light detection and ranging), wobei kurze, leistungsstarke Laserimpulse vertikal oder nahezu vertikal ausgesandt werden. Die Reflektion des Lichtes - Rückstreuung - hervorgerufen durch Dunst, Nebel, Sprühregen, Niederschlag und Wolken wird beim Durchlaufen des Laserimpuls durch die Atmosphäre gemessen. Das daraus resultierende Rückstreuprofil, d. h. die empfangene Signalstärke über der Höhe wird gespeichert und weiter bearbeitet, um schließlich daraus die Höhe der Wolkenuntergrenze zu bestimmen. Unter Berücksichtigung der Lichtgeschwindigkeit kann der Zeitabstand zwischen dem Aussenden des Laserpulses und dem Empfang des Rückstreusignals einer Wolke für die Höhenbestimmung verwendet werden.

Für den Betrieb im Gelände sind keinerlei Justagen notwendig. Die kleine und leichte Meßeinheit ist auch ideal für den mobilen Einsatz geeignet.

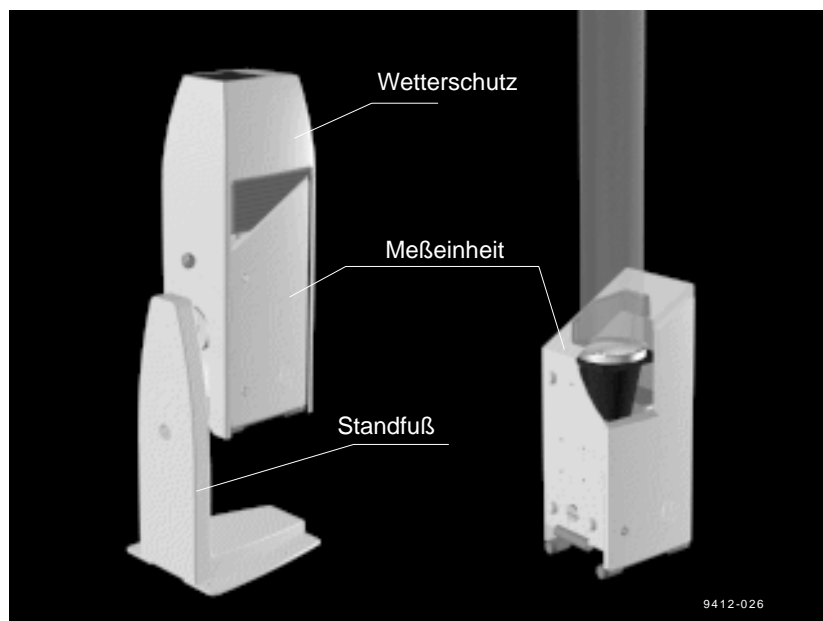


Bild 1-1 Ceilometer CT25K

Der Ceilometer CT 25K besteht aus drei Hauptkomponenten (Bild 1-1)

1. Meßeinheit einschließlich
 - Optikbaugruppe CTB21
 - Lasertransmitter CTT21
 - Empfänger CTR21
 - Optiküberwachungsmodul CTL21
 - Kartenträger DMF51 einschließlich
 - Prozessorkarte DMC50A
 - DC Wandler DPS51
 - Ceilometer Interfaceboard DCT51
 - Modem DMX55 (optional)
 - Netzteilbaugruppe CTP21
 - Aufladbarer Bleigelakku für unterbrechungsfreie Versorgung 4592
 - Interne Heizungsbaugruppe CT2690
2. Wetterschutz CT1679 einschließlich
 - Scheibenkonditionierung CT2614 (CT2688)
(Warmluftgebläse für optional 100...115 VAC und 220...240 VAC)
3. Standfuß CT2665

Zum Lieferumfang gehören außerdem Netzanschlußkabel, Datenübertragungskabel, ein Maulschlüssel sowie zwei Dreikantschlüssel für die Gerätetür an der CT 25K Meßeinheit und ein Bedienerhandbuch.

Außerdem stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Wartungsterminal (Palmtop Computer)
Verbindung mit der Meßeinheit über den externen Anschluß J4 über RS-232D Schnittstelle
- Anschlußkabelkästen für Stromversorgung (externer Anschluß J2) und Datenübertragungsleitung (externer Anschluß J3)
- Wärmeschutzfilterglas für die Anwendung in den Tropen anstelle des Standardfensters für die Meßeinheit (verhindert Beschädigung durch extreme Wärmeeinstrahlung aufgrund von direkt einfallendem Sonnenlicht).

1.1.1. Anzeigemöglichkeiten

Unterschiedliche Anschlußmöglichkeiten an Peripheriegeräte erlauben die Anzeige und Registrierung der Ceilometerdaten auf Displays, Datenspeicherung und Darstellung auf PCs sowie Registrierung auf Digitalschreibern.

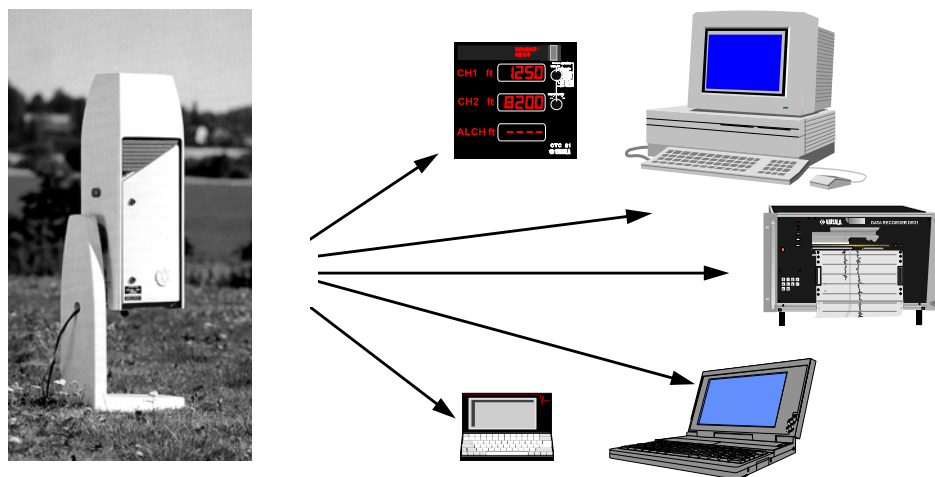


Bild 1-1 Unterschiedliche Registrier- und Anzeigemöglichkeiten

1.1.2. Graphische Benutzeroberfläche CT-VIEW

CT-VIEW ist ein unabhängiges Datensammel-, -speicher und -darstellungsprogramm für PC lauffähig unter dem Microsoft Windows[®] Betriebssystem. Es liefert alle Annehmlichkeiten einer graphischen Benutzeroberfläche. Menüs, Auswahlfenster, Symbolleiste und Hilfstexte ermöglichen eine einfache und schnelle Bedienung. Die Kommunikation zwischen dem Ceilometer und dem PC erfolgt über eine direkte serielle RS-232C Leitung oder, bei längeren Strecken, über eine Modemverbindung.

Die Datenmeldungen mit den Meßergebnissen werden vom PC auf die Festplatte in entsprechenden Logdateien abgespeichert. Die Länge dieser Dateien, d. h. die Meßperiode, die pro Datei gespeichert wird, kann durch den Bediener bestimmt werden. Das Programm erzeugt automatisch eine neue Datei sobald die vordefinierte Periode verstrichen ist und liefert einen Alarm, wenn auf der Festplatte nur noch Speicherplatz für die nächsten 24 Stunden verfügbar ist.

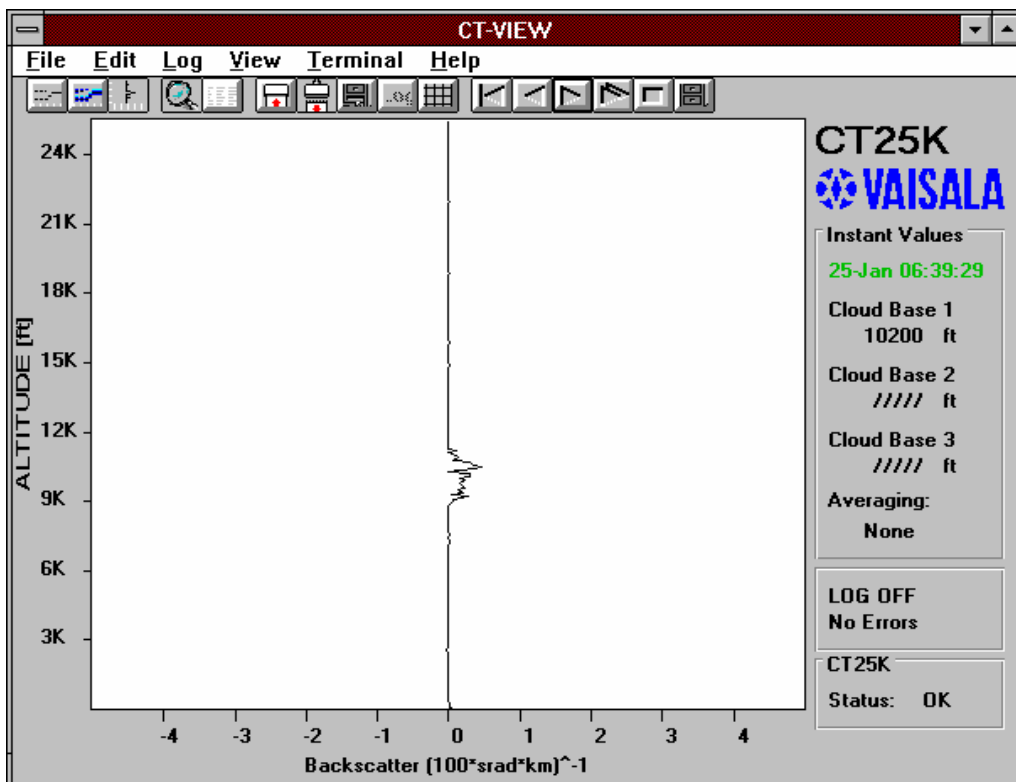


Bild 1-2 Darstellung des Rückstreuprofiles einer Einzelmessung

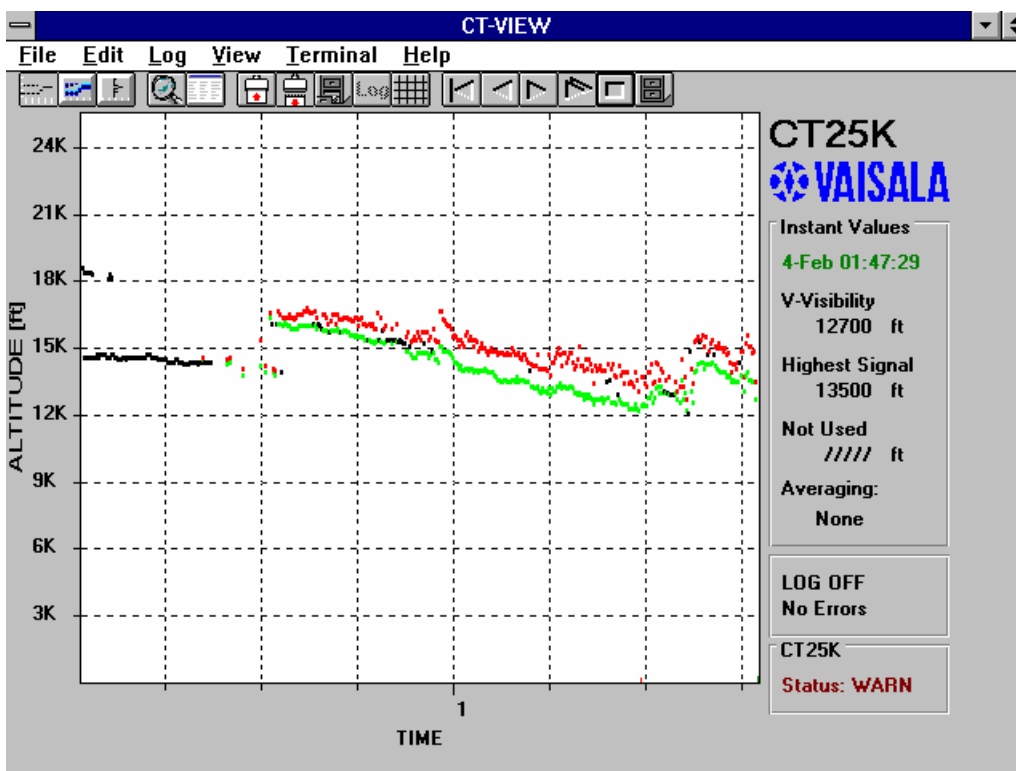


Bild 1-3 Darstellung der Wolkenuntergrenze bzw. Vertikalsicht über die Zeit

Die graphische Darstellung zeigt den Verlauf der Wolkendecke, der Wolkenschichtdicke und des Rückstreuprofils. In allen drei Kurvendarstellungen werden auch numerische Wolkenhöhenangaben, Ceilometerstatus, Logstatus, Uhrzeit und Datum gezeigt.

CT-VIEW besitzt zwei Betriebszustände

On-Line und Off-Line Modus

Im On-Line Betrieb werden die Daten des Ceilometer vom Programm gesammelt und in Echtzeit dargestellt.

Im Off-Line Betrieb können die gespeicherten Dateien analysiert werden, z. B. durch Betrachtung der einzelnen Datentelegramme. Die Rückstreuprofile können in das Excel[®] Format oder ähnliche in anderen Tabellenprogrammen verwendete Formate zur weiteren Auswertung konvertiert werden.

Leerseite

2. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

2.1. Funktionstheorie

Das angewendete Prinzip beim CT 25K Ceilometer basiert auf der Messung der Laufzeit, die ein kurzer Lichtimpuls benötigt, um vom Lichtsender hin zur reflektierenden Wolkenuntergrenze und zurück zum Empfänger des Ceilometers zu gelangen.

Mit der Lichtgeschwindigkeit:

$$c = 2.9929 \times 10^8 \text{ m/s (= 186,010 Meilen pro Sekunde)}$$

wird eine Reflektion aus 25.000 ft am Empfänger nach einer Zeit von

$$t = 50 \mu\text{s}$$

erkannt.

Die Höhe h errechnet sich zu

$$h = ct/2$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit und t die Laufzeit des Lichtpulses vom Gerät zur Wolke und zurück ist.

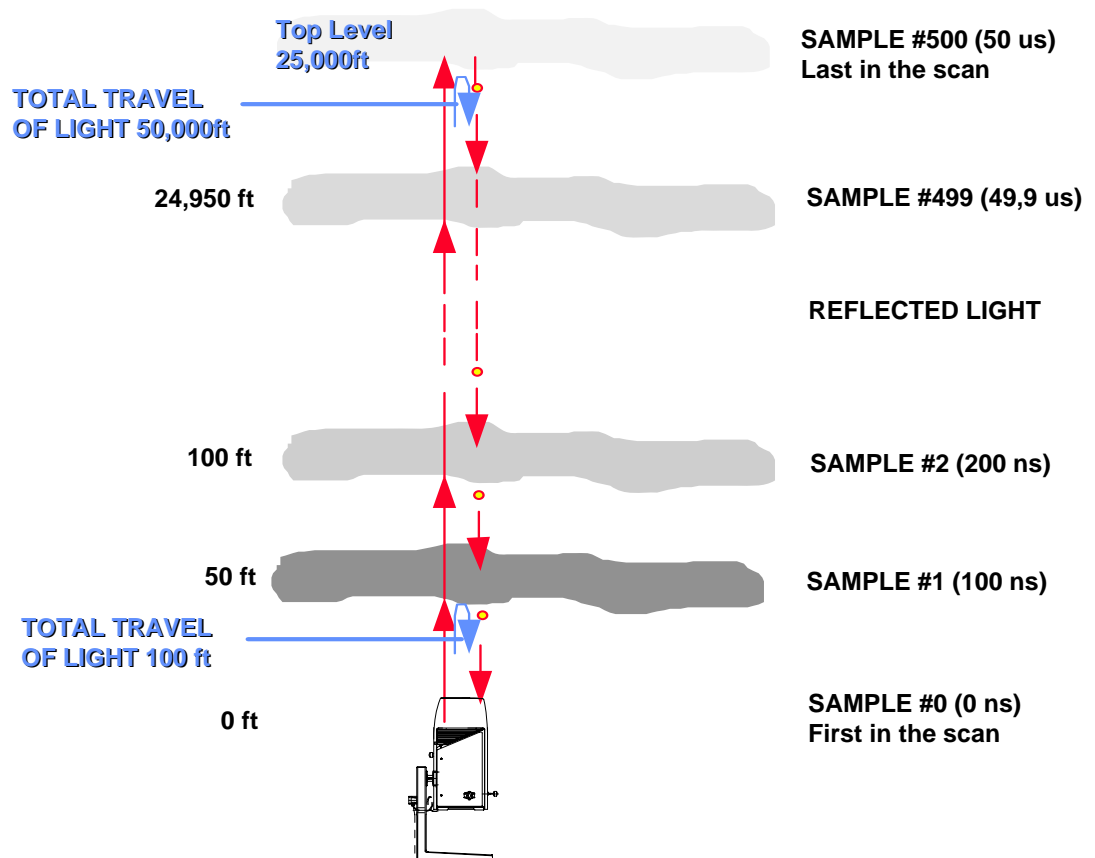


Bild 2-1 - LIDAR Prinzip

Realistisches Meßsignal

Allgemein führen alle Partikel in allen Höhen der Atmosphäre zu einer Rückstreuung des Signals. Daher sieht ein Rückstreuprofil beispielsweise wie folgt aus

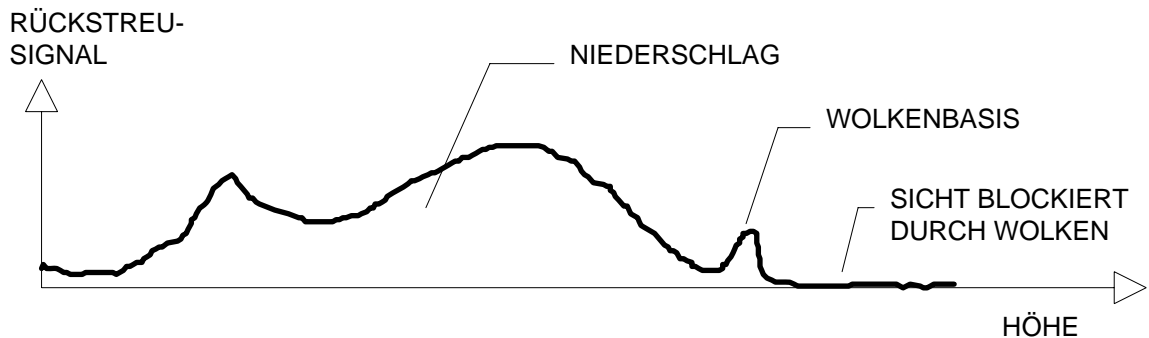


Bild 2-2. Meßsignal

Die momentane Größe des empfangenen Signals enthält Informationen über die Rückstreuungseigenschaften in der Atmosphäre in den entsprechenden Höhen. Von diesen Empfangssignalen kann sowohl Information über Nebel, Niederschlag aber insbesondere auch Wolken abgeleitet werden. Da Nebel oder Niederschlag den ausgesandten Lichtimpuls dämpfen, wird auch das von der Wolke zurückgestreute Signal niedriger sein, wenn es am Empfänger ankommt.

Im normalen Betriebsmodus des CT 25K wird für die Messung über den Gesamtbereich das Rückstreusignal digital in Schritten von jeweils 100 ns im Bereich von 0 bis 50 μ s gesammelt. Das entspricht einer vertikalen Auflösung von 50 ft vom Boden bis zur maximalen Reichweite von 25.000 ft. Im allgemeinen ist diese Auflösung bereits ausreichend für die Bestimmung der Wolkenuntergrenze, da deren Erkennbarkeit ohnehin von der Dichte der Wolke abhängt und selbst innerhalb kompakterer Wolken eine Sichtweite von ca. 50ft herrscht.

Rauschunterdrückung

Aus Sicherheits- und wirtschaftlichen Gründen muß die Laserausgangsleistung sehr niedrig gehalten werden, so daß das normale Hintergrundlicht und das Rauschen ein Rückstreusignal für gewöhnlich übersteigt. Um dennoch ein ausreichendes Signal zur Verfügung zu haben, wird eine Vielzahl von Laserpulsen im Empfangssignal aufsummiert. Das eigentliche Nutzsignal wird dadurch mit der Anzahl der empfangenen Impulse multipliziert, wobei sich die Rauschsignale nahezu nicht verstärken, da sie sich zum Teil gegenseitig auslöschen.

Empfangssignalstärke

Die momentane Empfangssignalstärke wird durch die bekannte Lidar-Gleichung beschrieben:

$$P_r(z) = E_0 \cdot \frac{c}{2} \cdot \frac{A}{z^2} \cdot \beta(z) \cdot e^{-2 \int_0^z \sigma(z') dz'}$$

Höhennormalisierung

Unter der Voraussetzung einer klaren Atmosphäre verringert sich die Intensität der diffusen Rückstreuung von der Wolke nach dem Lambertschen Gesetz umgekehrt proportional mit dem Quadrat der Entfernung, d. h. die Signalstärke aus 10.000 ft ist allgemein 1/100 kleiner als ein Signal aus 1.000 ft. Diese höhenabhängige Reduzierung wird durch Multiplikation mit dem Quadrat der Höhe kompensiert. Gleichzeitig wird aber auch das Rauschsignal, welches eigentlich höhenunabhängig ist, ebenfalls mit größerer Höhe durch diese Multiplikation stärker angehoben.

Der Rückstreukoeffizient

Der Volumenrückstreukoeffizient β aus der Lidar-Gleichung repräsentiert den Anteil Licht, welcher von einer entfernten Stelle (z. B. Wassertröpfchen) zurück an das Ceilometers reflektiert wird. Eine dichtere Wolke bewirkt eine bessere Reflektierung des Signals.

In einer vereinfachten Annahme sind der Volumenrückstreukoeffizient β und der Extinktionskoeffizient σ direkt mit einander verknüpft. Der Extinktionskoeffizient wiederum ist in die Sichtweite direkt umrechenbar und kann gemäß der WMO (World Meteorological Organization) bei einer Kontrastschwelle von 5% als MOR (Meteorological Optical Range) wie folgt beschrieben werden :

$$\text{MOR} \cong 3/\sigma$$

Basierend auf umfangreicher Lidar-Forschung verwendet das CT 25K eine Normierung, die bei einer Sichtweite in typischen Wolken beispielsweise im Bereich von 15 bis 150 m (50 - 500 ft) einen Rückstreukoeffizient von $B = 0,6 - 6 \text{ km}^{-1}\text{srad}^{-1}$ erreicht.

Umsetzung in Extinktion und Vertikalsichtweite

Jede Sichtbehinderung in Folge von Nebel, Niederschlag o.ä., zwischen dem Boden und der zu messenden Wolkenuntergrenze reduziert das rückgestreute Signal der Wolke und produziert ihrerseits eine starke Rückstreuung, die in einzelnen Fällen auch das Signal der Wolke selber übersteigt. In der Realität sind sehr unterschiedliche Rückstreuprofile möglich. Durch die Umsetzung (nach Klett) auf den Extinktionskoeffizienten ergibt sich für die Wolkendetektion eine sehr klare und eindeutige Definition über entsprechende Schwellwerte.

Außerdem kann eine näherungsweise Bestimmung der Vertikalsichtweite aus den Extinktionskoeffizienten berechnet werden, wenn eine konstante Kontrastschwelle angenommen wird. Umfangreiche Forschungen und Tests haben gezeigt, daß die übliche, in der Meteorologie für Horizontalsicht angewandte Kontrastschwelle von 5% (z. B. bei MOR) nicht anwendbar ist.

Der CT 25K benutzt daher eine Kontrastschwelle, welche die beste Übereinstimmung der Vertikalsicht vom Boden aus gesehen ergibt.

Detektion der Wolken

Die eigentliche Festlegung, was als Wolke erkannt wird und in welcher Höhe diese liegt, erfolgt durch Schwellwertbetrachtung aufgrund der vorher beschriebenen Überlegung, daß die Sichtweite in Wolken typische Werte erreicht. Der Algorithmus für die Detektion ist werksseitig so eingestellt, daß er Werte für die Wolkenuntergrenze entsprechend den gängigen WMO und ICAO Empfehlungen und vergleichbar mit den klassischen Wolkendetektionsmethoden liefert.

3. TECHNISCHE BESCHREIBUNG

3.1. Allgemein

Das nachstehende Diagramm zeigt die einzelnen Komponenten der Meßeinheit.

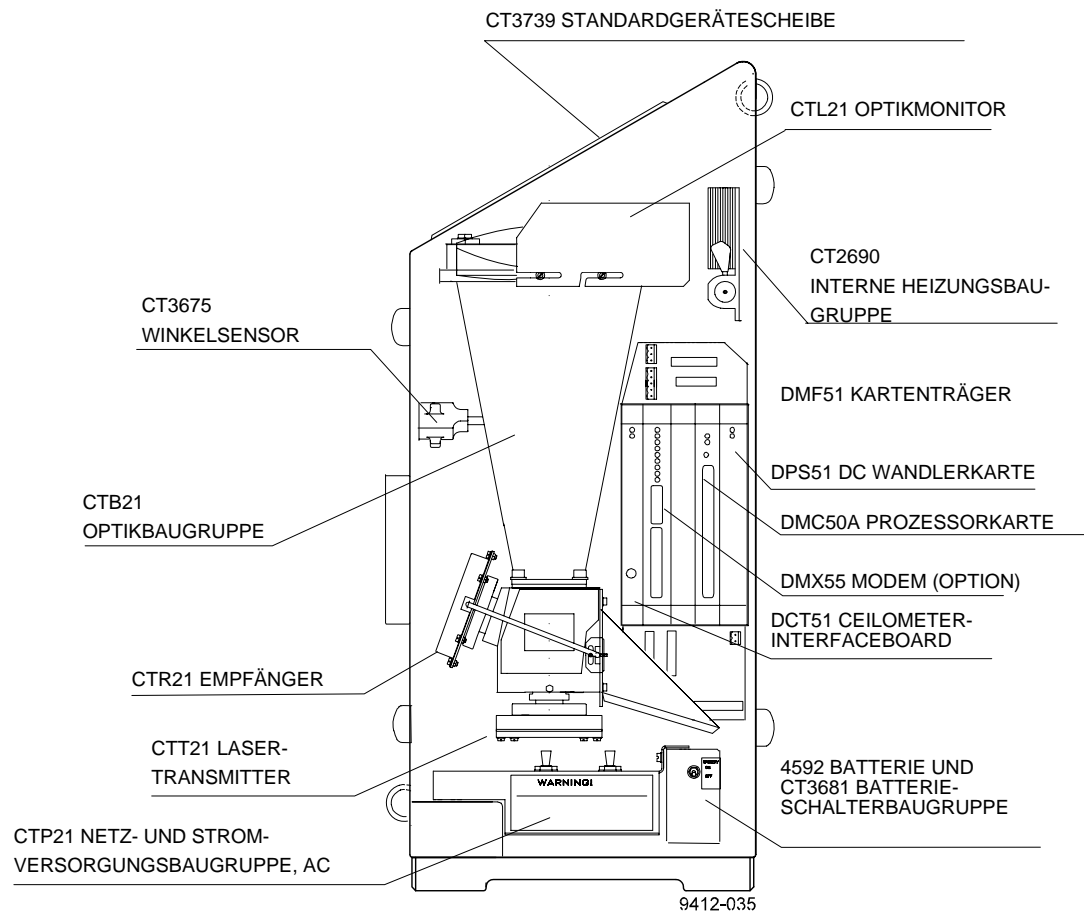


Bild 3-1 Internes Layout Meßeinheit

Die Optikbaugruppe besteht im wesentlichen aus einem konischen Optiktubus mit der Linsenhalterung zur sicheren Fixierung der Linse und einem präzisen Strahlteilerblock am unteren Ende, der den halbdurchlässigen Spiegel des Strahlteilers und den Schmalbandfilter enthält sowie die Anschlußflansche für die Empfängerbaugruppe und den Lasertransmitter.

Die bereits im Werk einbaufähig justierten Empfänger- und Transmitterbaugruppen sind so optimal fokussiert und können im Falle eines Austausches ohne weitere Justagen gewechselt werden. Lediglich die für die Kompensation

des optischen "Crosstalks" notwendige Einstellung des Lichtleiters ist mit wenigen Hilfsmitteln und der Unterstützung einer grafischen Darstellung auf dem Wartungsterminal nach einem Austausch der Empfänger- oder Transmitterbaugruppe notwendig.

Am oberen Ende des Tubus ist der Optikmonitor zur Überwachung der Laserleistung, Scheibenverschmutzung und Temperatur montiert.

Die im Lasertransmitter CTT21 verwendete Laserdiode benötigt für ihren Betrieb eine regulierte Hochspannung. Diese wird zunächst unreguliert der Baugruppe zur Verfügung gestellt und durch einen internen Spannungsverstärkerbaustein auf den notwendigen Pegel gebracht. Ein Triggerpuls zur Auslösung des Laserimpulses wird über Zeitvergleicher und einen Koppeltransformator an die Zündelektrode des Schaltthyristor gelegt. Durch ein spezielles Pulsformnetzwerk gelangt ein genau definierter Stromimpuls mit steilen Anstiegs- und Abfallflanken an die Laserdiode. Ein kleiner Regelkreis bestehend aus Temperatursensor und Heizelement sorgt für die richtige Temperatur des Lasers. Gleichzeitig wird die Lasertemperatur für die interne Selbstüberwachung an das Ceilometerinterfaceboard DCT51 geleitet.

Die Empfängerbaugruppe enthält zwei identische Avalansche Photodiode, ADPs. Durch eine Halbbrückenschaltung kompensiert die zweite ADP den größten Teil des optischen "Crosstalks", welcher durch Signalreflektion im Linsensystem entsteht. Die erste ADP empfängt das eigentliche Meßsignal und leitet den Impulsstrom über einen in seiner Verstärkung einstellbaren Transimpedanzverstärker. An dessen Ausgang steht es als Spannungssignal zur Verfügung und wird über einen Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 15 MHz an einen weiteren Signalverstärker geleitet. Je nachdem welcher Betriebsmodus geschaltet wurde, folgt entweder eine weitere Verstärkungsstufe oder eine Kombination von zusätzlichem Tiefpaßfilter mit 3 MHz Grenzfrequenz und einem weiteren Verstärker.

Die Verstärkungseinstellung wird durch das System automatisch so gewählt, daß das geringste im Meßsignal vorhandene Rauschsignal größer ist als die kleinste Auflösung des zur Signalauswertung verwendeten Flash-AD-Wandlers mit 8 Bit Auflösung. Umgekehrt dürfen die größten Nutzsignale nicht den vollen Meßbereich des Flash-AD-Wandlers überschreiten. Sowohl die Verstärkungskontrolle als auch die Selektion der Bandbreite erfolgt automatisch und wird durch den Prozessor und das Ceilometerinterfaceboard gesteuert.

Das Prozessorboard DMC50A führt die Steuerung und Datenverarbeitung im CT 25K durch. Im einzelnen sind es die folgenden Funktionen

- A/D Umwandlung der anstehenden Signale
- Datenverarbeitung unter einem leistungsstarken Echtzeit-Betriebssystem
- Serielle Datenkommunikation zu internen Geräten
- Steuerung und Kommunikation der Ceilometerkomponenten
- Durchführung interner Selbsttests für das gesamte System

Das Board DMC50A benutzt den statischen Intel 16-Bit CMOS Prozessor 80C188EB. Dieser Prozessor wurde speziell für Anwendungen mit geringer Leistungsaufnahme entwickelt und kann mittels Softwarebefehlen zwischen den einzelnen Tasks in seinen Ruhemodus (geringe Leistungsaufnahme) geschaltet werden.

Ein FLASH EEPROM Speicher wird zum Speichern des Echtzeit-Betriebssystems und der anwendungsspezifischen Konfigurationsdateien verwendet. Das batteriegepufferte SRAM speichert die Variablen und dient als Zwischenspeicher für die Daten.

Ein Watchdog Timer wird zur Überwachung verwendet, um im Falle eines Fehlers im System einen kompletten Reset durchzuführen.

A/D Wandler

Die analogen Daten werden mit einem schnellen ± 12 Bit A/D Wandler digitalisiert, der sich ebenfalls auf der DMC50A Karte befindet. Die gewandelten Daten werden überwiegend für die interne Selbstüberwachung und Kontrolle unterschiedlicher Funktion und Spannungseinstellungen genutzt.

Serielle Schnittstellen

Ein UART steuert die seriellen Schnittstellen des Systems. Im CT 25K stehen zwei serielle Datenleitungen zur Verfügung. Die Defaulteinstellung legt eine Schnittstelle für die kontinuierliche Datenübertragung fest, während die andere für Wartungszwecke gedacht ist. Durch entsprechende Kommandos lassen sich die Parameter der Schnittstelle verändern.

Die Kommunikation mit dem Ceilometerinterface und dem DC Wandler geschieht über einen I²C Bus. die Prozessorkarte ist zusammen mit dem DC Wandler DPS51 und dem Ceilometerinterfaceboard DCT51 in einem gemeinsamen Kartenträger DMF51 untergebracht. Die elektrische Verbindungen werden durch ein rückwärtig angebrachtes Motherboard hergestellt.

Der Aufbau des Prozessorboards ist in beidseitiger SMD-Technologie vorgenommen. Es besitzt keinerlei Steckbrücken oder IC-Sockel. Die DMC50A ist komplett mit Schutzlack überzogen, um den extremsten Bedingungen zu widerstehen. Die Spezifikationen gelten für den gesamten Temperaturbereich von -50 °C bis +70 °C.

Die internen Steckverbindungen zwischen dem Prozessorboard und den Anschlußsteckerbuchsen für die externe Kommunikation und die Verbindung zu den anderen Baugruppen ist auf der Vorderseite angebracht und läßt sich für Wartungszwecke trennen.

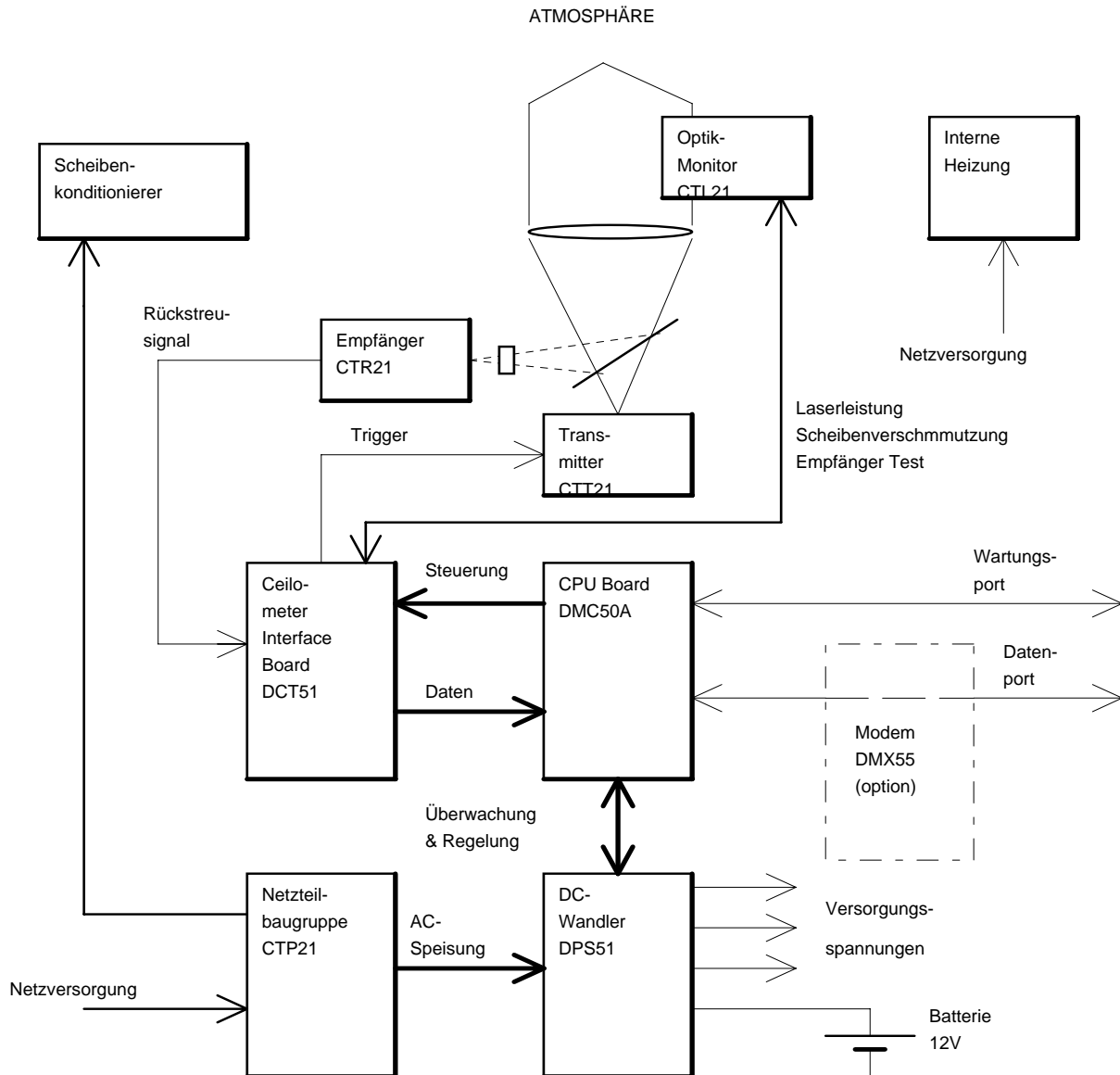


Bild 3-2 Blockdiagramm CT 25K

3.2. LIDAR Messung

Ref. Blockdiagramm 3-2

Die wichtigsten Kontrollfunktionen werden durch die Software auf dem Prozessorboard DMC50A gesteuert. Sie entscheidet auch darüber, welche Systemeinstellungen für die Messungen verwendet werden sollen. Für den Betrieb werden diese Einstellungen in das Ceilometerinterfaceboard DCT51 übertragen, wo die eigentlichen Meßzyklen unabhängig vom Prozessorboard durchgeführt werden. Wenn jeweils ein Meßzyklus komplett ist, liefert das DCT51 einen Interrupt an die DMC50A, worauf dann die aufsummierten, gemessenen Rückstreuohdatenprofile in das RAM der DMC50A übertragen werden, um dann den Detektionsalgorithmus rechnen zu lassen.

Der Modus für Normalbetrieb ist:

- Laserpuls 100 ns
- Energie 2 μ J
- Wiederholungsrate 5,57 kHz,
- Anzahl der Pulse 65,536
- Meßzyklus 11,7 s
- Empfänger auf hoher Verstärkung
- Bandbreite 3 MHz
- Sampling mit 100 ns
- 500 auswertbare Samples per Laserpuls
- Bereich 25.000 ft.

Zusätzlich gibt es einen Modus zum Zwecke der internen Simulation ohne Aussendung eines Laserimpulses. Hierzu sendet die Testdiode (LED) des Optikmonitors CTL21 kurze Impulse, die wie ein simuliertes Rückstreusignal ausgewertet werden. Dieser Modus dient zum kompletten Testen der gesamten Meßanordnung.

Wenn die Messung gestartet wird, liefert das Ceilometerinterfaceboard DCT51 mit seiner Zeit- und Steuerfunktion einen Lasertriggerpuls mit vorgegebener Wiederholfrequenz an die Lasertransmitterbaugruppe CTT21. Bei jedem Triggerimpuls sendet der Transmitter einen Laserimpuls aus. Dieser Impuls wird durch die Linse in ein nahezu parallelen Lichtstrahl gebündelt. Beim Durchlaufen des Laserimpulses durch die Atmosphäre streuen Aerosole oder Partikale einen Teil des Lichtes zurück zum Ceilometer, wo es dann durch die Linse aufgenommen und fokussiert wird. Ein im Strahlengang befindlicher Strahlteilerspiegel reflektiert einen festen Anteil dieses Lichtes durch einen Schmalbandfilter auf eine Avalanche-photodiode (ADP) im Empfänger CTR21. Der zwischengeschaltete Schmalbandfilter verhindert die Durchlässigkeit für Hintergrundlicht außerhalb der Lichtwellenlänge des Lasers.

In der APD werden die aus dem Rückstreusignal empfangenen Photonen in einem bestimmten Verhältnis in einen elektrischen Strom umgewandelt. Dieser Strom wird im Empfängerverstärker (Transimpedanz Typ) in eine Spannung umgewandelt, welche dann zu dem Flash-Analog-Digital-Wandler ADC des Ceilometerinterfaceboards DCT51 gelangt. Dieser ADC wandelt die analoge Spannung mit der spezifizierten Umwandlungsrate in ein 8 Bit breites Digitalsignal um. Die digitalen Daten werden in einem "First-in-First-out" Register (FIFO) auf dem DCT51 aufsummiert. Das FIFO wird vor jedem neuen Start auf Null zurückgesetzt. Der Dateninhalt wird jeweils weitergeschoben, so daß ein Meßsignal aus einer bestimmten Entfernung (bestimmte Zeitverzögerung nach dem Aussenden des Laserimpulses) automatisch immer in das jeweils weitergeschobene aufsummierende Datenregister gelangt. Hierdurch erfolgt eine sequenzielle Aufsummierung neuer Datensignale, so daß ein digitales Abbild des Rückstreuprofiles in der Atmosphäre mit hoher Auflösung in diesem Register entsteht.

Das Nutzsignal im Rückstreuprofil wächst proportional mit der Anzahl der aufsummierten Rückstreuechos, während das im Rückstreusignale enthaltene zufällige Rauschen (weißes Rauschen) nur mit der Quadratwurzel dieser Anzahl ansteigt. Hierdurch ist es möglich, die Verhältnisse in den endgültigen Rückstreuprofilen der Atmosphäre gut erkennbar zu machen, was bei einer Betrachtung eines einzelnen Signals nicht möglich wäre.

Am Ende einer Anzahl von ausgesandten Laserpulsen bewirkt das DCT51 einen Interrupt bei der DMC50A worauf deren Software das gesamte digitale Profil in das RAM lädt, um den Detektionsalgorithmus durchzuführen. Nach deren Durchführung steht das Meßergebnis für die Datenübertragung über die seriellen Datenleitungen zur Verfügung.

Im Zusammenhang mit der Rückstreuung der Laserenergie aus der Atmosphäre wird auch die ausgesandte Laserimpulsenergie durch die Photodioden des Optikmonitor CTL21 gemessen. Diese gemessenen Werte werden zum einen zur Normierung des Rückstreuprofils auf die richtige Größenordnung verwendet, zum anderen für die Justage der Laserversorgungsspannung, generiert durch einen ebenfalls auf dem DCT51 untergebrachten digital zu analog Wandler DAC, sowie letztendlich zur Warnung oder Alarmausgabe bei Verlust an Laserausgangsleistung.

Beim Durchgang des Laserpulses durch die Oberfläche der Linse wird ein kleiner Anteil seiner Energie direkt zurück in den Empfänger reflektiert. Aufgrund der extrem hohen Empfängerempfindlichkeit kann der sogenannte Optical Cross-Talk die Empfangssignale stark verändern und muß daher durch geeignete Maßnahmen neutralisiert werden. Dies geschieht durch eine opto-elektronische Kompensationsschaltung, die darüber hinaus auch durch die Software kontrolliert wird. Für die Optimierung der Kompensation wird bereits kurz vor dem Aussenden des Laserimpulses mit der Erfassung des Rohdatensignals begonnen.

3.3. Interne Überwachung und Regelung

Bei allen Gerätebaugruppen werden sämtliche Abläufe und Steuerungen, Versorgungsspannungen und Temperaturen, welche wichtig für die sichere Funktion und Genauigkeit der Messung sein können, kontinuierlich überwacht. Zur Aufnahme der Temperaturen, Laserabstrahlleistung u.s.w. werden Sensoren verwendet, deren Signale vom Analogwandler auf dem Prozessorboard gewandelt und vom Prozessor ausgewertet werden.

Durch die Parametereinstellung sind Grenzwerte festgelegt, deren Unter- oder Überschreitung durch die Software erkannt wird. So werden bei erkannten Fehlern entsprechende Alarmmeldungen in die Statusbytes der Ausgabemeldungen geschrieben. Detaillierte Informationen zum aufgetretenen Fehler oder dem Betriebszustand sind in der Statusmeldung enthalten.

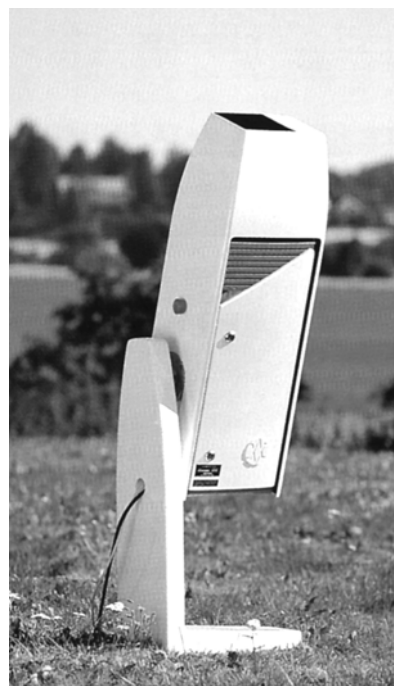
3.4. Verwenden der Schrägstellrichtung

Die Meßeinheit und der Standfuß des Ceilometer CT 25K sind so konstruiert, daß sie in verschiedenen Schrägstellungen betrieben werden können. Der Bereich für die Einstellungen beträgt $-15\dots+90$ Grad von der Vertikalen. Die positiven Winkel entsprechen der Neigung bei der die Gerätetür zum Boden zeigt. Der eingebaute Vertikalsensor mißt automatisch die Schrägstellung in Bezug auf die Vertikale und korrigiert über den Cosinus des Winkels die Ausgabe der Wolkenhöhendetektion, wobei auf die jeweils nächste Ausgabestufe gerundet wird.

Die Schrägeinstellung kann wie folgt verwendet werden:

Die Verwendung einer geringen Schrägstellung, z. B. 15 Grad, bewirkt das die Gerätescheibe besser vor Niederschlag geschützt ist und erleichtert die Messung auch bei schlechtesten Wetterbedingungen.

Der Erfassungsbereich kann in diejenige Richtung ausgerichtet werden, welche mehr repräsentativ für den Anflugbereich eines Flugplatzes ist als direkt vertikal, z. B. sinnvoll für Helicopterlandeplätze und an Positionen wo der Ceilometer nicht exakt an der gewünschten Position installiert werden kann.



Herunterschwenken bis zu 90 Grad erlaubt eine Überprüfung der Funktion gegen ein Festziel in bekannter Entfernung. Dies ist besonders sinnvoll in Verbindung mit der Inbetriebnahme oder der Überprüfung bei der Wartung wenn Wolken nicht vorhanden sind .

In tropischen Regionen zwischen $\pm 25^\circ$ Länge, wo die Sonne im Zenit über dem Gerät stehen kann, kann eine Schrägstellung verhindern, daß durch direkte Wärmestrahlung Komponenten des Laserceilometers zerstört werden. Als weitere Alternative steht ein spezielles Sonnenschutzfenster (Tropical Window) zur Verfügung.

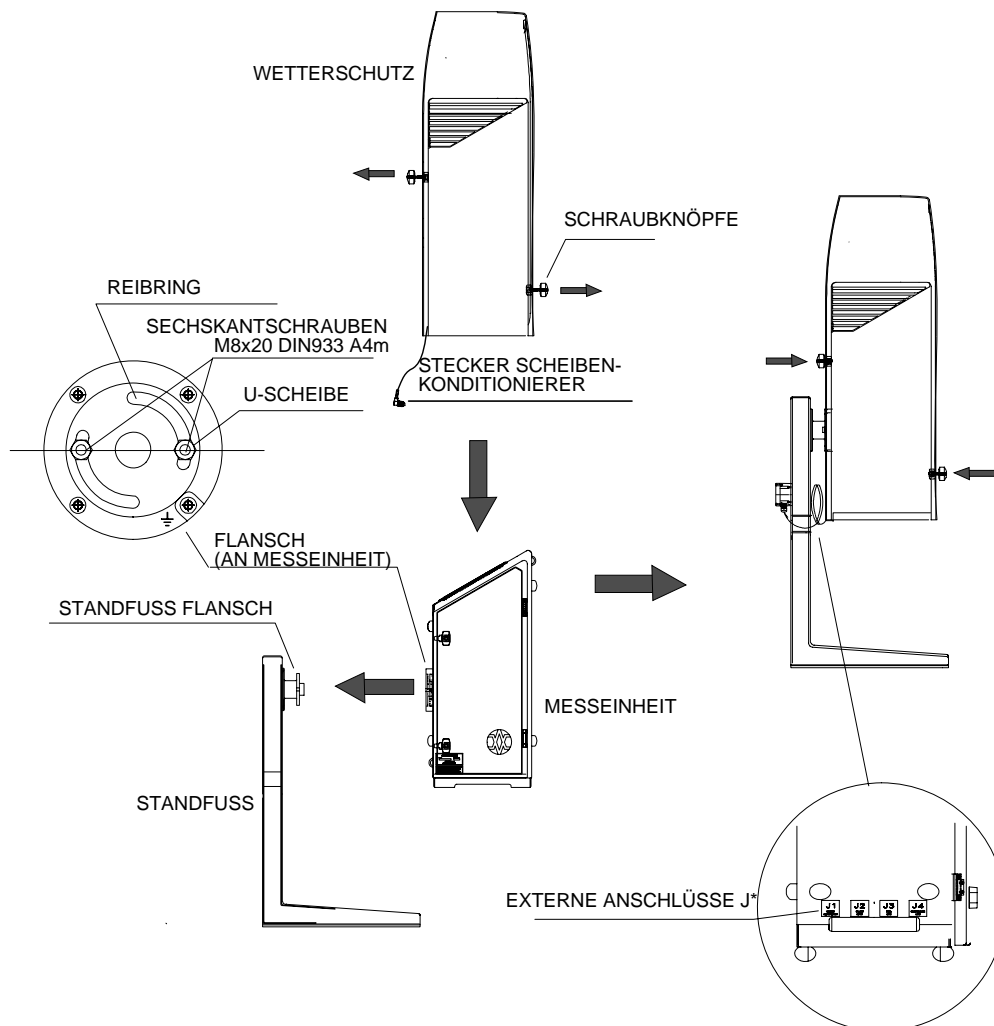
Bei rückwärtiger Neigung um -15 Grad ergibt sich ein besserer Zugang zur Gerätetür für Wartungszwecke. Da einige dieser Vorteile gegeneinander abgewogen werden müssen und nicht alle Möglichkeiten stets ausgenutzt

werden können, liegt es am Benutzer, die endgültige Entscheidung für die Installation zu treffen.

HINWEIS

Wenn kein Sonnenschutzfenster verwendet wird, muß darauf geachtet werden, daß die Meßeinheit niemals direkt mit ihrer Optik auf die Sonne gerichtet ist, da sonst alle Wärmestrahlung in einem sehr heißen Punkt gesammelt wird (Brennglas).

3.4.1. Montage am Schwenkarm



9412-032

Bild 3-3. Montage des CT 25K

3.5. Spezifikationen

3.5.1. Meßleistung

Meßbereich:	0...25,000 ft.
Auflösung:	50 ft über den vollen Meßbereich
25,000 ft	
Meßzyklus:	min. 15 s max. 120 s
Empfängerband- breite:	3 MHz (-3db) über den vollen Meßbereich

3.5.2. Einsatzbedingungen

Umgebungs- temperatur:	-50...+60 °C (-60 ...+140 °F)
Luftfeuchtigkeit:	bis 100 %RH
Salzspray:	MIL-STD-810C Method 509.1
Wind:	bis 100 kt (50 m/s)
Vibration:	0,5 g 5 Hz - 500 Hz

3.5.3. Mechanik

Abmessungen:

Meßeinheit	672 x 308 x 244 mm (26.5 x 12.1 x 9.6 in.)
mit Wetterschutz	923 x 316 x 266 mm (36.4 x 12.5 x 10.5 in.)
Höhe einschl. Standfuß	1335 mm (52.6 in.)

Gewicht:

Meßeinheit	16 kg(35 lb.)
mit Wetterschutz und Standfuß	35 kg(77 lb.)

3.5.4. Anschluß J1 - Scheibenkonditionierer

Anschlußdose (J1):	Typ Binder Serie 693, 09-4228-00-07 7 x Buchse (female)
Verbindungsstecker	Typ Binder Serie 693, 99-4225-70-07 7 x Pin (male) abgewinkelt

3.5.5. Anschluß J2 - Stromversorgung

100/115/230 VAC	430W max. einschl. Heizung
Frequenz	45-65 Hz.
Anschlußdose (J2):	Typ Binder Serie 693, 09-4223-00-04 4 x Pin (male)
Verbindungsstecker :	Typ Binder Serie 693, 99-4222-70-04 4 x Buchse (female) abgewinkelt
Unterbrechungsfreie Stromversorgung	12 Volt Bleigelakku 2 Ah

3.5.6. Daten- und Kommunikationsschnittstellen

3.5.6.1. Anschluß J3 - Datenleitung

RS-232D Standard asynchrone serielle Schnittstelle für Duplexbetrieb oder alternativ Modemausgang CCITT V.21 / Bell 103.

Verwendbar mit dem CT 25K Wartungsterminal oder anderen PCs oder Terminals

Anschlußdose (J3):	Typ Binder Serie 693, 09-4227-00-07 7 x Pin (male)
Verbindungsstecker	Typ Binder Serie 693, 99-4226-70-07 7 x Buchse (female) abgewinkelt
Baudrate	2400 Baud Standard bei RS 232D bzw. 300 Baud mit Modem sowie 300, 4800, 9600 Baud für RS232D verfügbar
max. Entfernung	1.000 ft (300 m) bei 2400 Baud mit Standarddatenübertragungskabel 16 km mit Modem
Standarddatenrahmen:	1 Start Bit 7 Daten Bits Even Parity 1 Stop Bit
Standardzeichensatz:	US-ASCII

Pinbelegung:	1 RTS/RD-
	2 Modemleitung A / RxD/RD+
	3 Modemleitung B / TxD / SD+
	4 Signalmasse
	5 CTS/SD-
	6 +12 V DC Versorgung bis 200 mA max. für externe Geräte
	7 Gerätemasse

Die Modemleitungen sind symmetrisch und elektrisch vom Gerät isoliert. Alle Leitungen besitzen Überspannungsschutz (300 - 500 V).

Der Überspannungsschutz besteht aus

Primär	Edelgasüberspannungsableiter
Sekundär	VDRs, Transient Zener Dioden oder normale Dioden

3.5.6.2. Anschluß J4 - Wartungsleitung

RS-232D Standard asynchrone serielle Schnittstelle für Duplexbetrieb

Verwendbar mit dem CT 25K Wartungsterminal oder anderen PCs oder Terminals

Anschlußdose (J4):	Typ Binder Serie 693, 09-4224-06-04 4 x Pin (male)
--------------------	---

Verbindungsstecker	Typ Binder Serie 693, 99-4221-70-04 4 x Buchse (female) abgewinkelt
--------------------	--

Baudrate	2400 Baud Standard 300, 4800, 9600 Baud verfügbar
----------	--

max. Entfernung	1.000 ft (300 m) bei 2400 Baud mit Standarddatenübertragungskabel
-----------------	--

Standarddatenrahmen:	1 Start Bit 7 Daten Bits Even Parity 1 Stop Bit
----------------------	--

Standardzeichensatz:	US-ASCII
----------------------	----------

Pinbelegung:	1 RxD/RD+
--------------	-----------

- 2 TxD / SD+
- 3 +12 V DC Versorgung bis 200 mA
- 4 Signalmasse / Gerätemasse

Alle Signalleitungen besitzen Überspannungsschutz (300 - 500 V).

Der Überspannungsschutz besteht aus

- Primär Edelmetgasüberspannungsableiter
- Sekundär VDRs, Transient Zener Dioden
oder normale Dioden

3.5.6.3. CCITT V.21, Bell 103 Interface - optionell

CCITT V.21, Bell 103 Vollduplex Modem für serielle asynchrone Datenübertragung

Baud Rate: 300

Answer Mode Standard Frequenzen

CCITT V.21	Bell 103
1650 Hz	Mark (1) 2225 Hz
1850 Hz	Space (0) 2025 Hz

Signalpegel -10 dBm (0.3 V) bei 600 Ohm Standard

Betriebsentfernung 0...16 km (0...10 Meilen)
mit 0,35 mm² (AWG 22) nicht
abgeschirmte, verdrehte Adern

Standarddatenrahmen: 1 Start Bit
7 Daten Bits
Even Parity
1 Stop Bit

Standardzeichensatz: US-ASCII

3.5.7. Transmitter

Lasersender: Indium Gallium Arsenide (InGaAs)
Laserdiode

Mittlere Wellenlänge: 905 ± 5 nm bei 25 °C (77 °F)

Betriebsart: Impuls

Nominelle Pulseigenschaften bei Messung bis zum vollen Meßbereich:

Energie: 2.0 μ Ws \pm 5% (Werkseinstellung)
Spitzenleistung: 20 W typisch
Pulslänge (50%): 100 ns typisch

Wiederholrate: 5,57 kHz

Mittlere Leistung: 11 mW

Max Strahlungsleistung 210 μ W/cm² gemessen mit 7 mm Apertur

Laserklassifikation: Class 1 in Übereinstimmung mit FDA CFR 1040.10 (Subsection e,3)
Class 3B in Übereinstimmung mit IEC 825

Lasergeometrie: Five-Stack, 0,4 mm (16 mil) im Quadrat

Strahldivergenz: \pm 0,53 mrad Rand, \pm 0,75 mrad Diagonal

3.5.8. Empfänger

Detektor: Silicon Avalanche Photodiode (APD)
Empfindlichkeit bei 905 nm: 65 A/W
(Werkseinstellung)

Durchmesser: 0,5 mm (0.02 in.)
Interferenzfilter: mittlere Wellenlänge 908 nm typisch
50% Bandpass: 35 nm bei 890-925 nm typisch

Durchlässigkeit
bei 905 nm: 80 % typisch, 70 % minimum

Gesichtsfeld-
divergenz \pm 0,66 mrad

3.5.9. Optisches System

Brennweite: 377 mm (14.8 in.)

Effektiver Linsen-
durchmesser: 145 mm (5.7 in.)

Linsendurchlässigkeit: 96 % typisch

Scheibendurchlässigkeit: 98 % typisch, sauberer Zustand

3.5.10. Prozessor

Prozessor	16-Bit 80C188EB, Intel	
Taktfrequenz	24 MHz (12 MHz Bus)	
Speicher	Standard	Optional
FLASH EEPROM	5 x 128 kB	5 x 256 kB
STATIC RAM	128 kB	512 kB
	1MB kontinuierliche Speicheradressierung	
A/D Wandler	± 12 Bit	
Genauigkeit	0,05 % vom Bereichsendwert	
Geschwindigkeit	200 µs / Umwandlung	
Verstärkungsteuerung	automatisch und programmierbar	
Gesamtbereiche	± 2,5 V, ± 250 mV, ± 25 mV, ± 7,5 mV	
Filterung	durch Hardware-, Softwaresteuerung oder beides	
Serielle Kommunikations-Schnittstellen		
Multistandard-Schnittstellen		
gemäß folgender Standards :	2 konfigurierbare Schnittstellen RS-232D, RS-422, RS-423, RS-485 oder MIL-STD-188-114 Standard	
Datenübertragungsgeschwindigkeit	110 bis 19.200 Baud 300 bis 9600 Baud, benutzt mit CT25K Übertragungsrate, Rahmen, Handshake und Schnittstellenstandard programmierbar	
Elektrostatischer Entladungsschutz	8 kV pro Datenleitung	
Überspannungsschutz ###	bipolar 30 A (1 ms) TRANSZORBS	

Umgebungsspezifikationen für DMC50A

Umgebungstemperaturbereich	MIL-STD-810D, 501.2 & 502.2 -50 °C bis +70 °C
Umgebungsfeuchte	MIL-STD-810D, 507.2 0 bis 100% r.F., nicht-kondensierend
Vibration	IEC-68-2-6 Fc 10 - 500 Hz, bis zu 2,2 g
Elektromagnetische Verträglichkeit	IEC-801-4
Abgeleitete Emission	MIL-STD-461C, CE03
Abgeleitete Suszeptibilität	MIL-STD-461C, CS02 (Versorgungsleitungen)
Abgeleitete Suszeptibilität	IEC-801-4 (schnelle Stoßspannung)
Ausgestrahlte Emission	MIL-STD-461, RE02
Ausgestrahlte Suszeptibilität	MIL-STD-461, RS03