



Stand: 01.07.2010

Bordwetterwarte FS METEOR

1. Allgemeines

Die Bordwetterwarte auf dem Forschungsschiff METEOR – eine Dienststelle des Deutschen Wetterdienstes (DWD) - ist eine feste Einrichtung auf diesem Schiff. Sie befindet sich im 2. Aufbaudeck auf Backbordseite („grünes Deck“). Auf Forschungsreisen ist sie permanent mit einem Wetterfunktechniker und bei Bedarf zusätzlich mit einem qualifizierten Meteorologen des DWD besetzt. Beide sind kompetent in Fragen der maritimen Meteorologie und der Interpretation meteorologischer Daten.



Innenansichten der Bordwetterwarte

- Bild links: Arbeitsplatz des Bordmeteorologen
- Bild rechts: Arbeitsplatz des Wetterfunktechnikern

Die Aufgaben der Bordwetterwarte umfassen im wesentlichen folgende Punkte:

- Da Schiffseinsatz und Forschungstätigkeit wetter- und seegangsabhängig sind, erfolgt eine meteorologische Beratung von Schiffsführung und Fahrtleitung mit dem Ziel einer sicheren und optimalen Durchführung der Forschungsaufgaben. Darauf aufbauend können wissenschaftliche Geräte und Ausrüstung ohne Schäden am Schiff und seiner Ausrüstung eingesetzt werden. Basis dieser Beratung ist meteorologisches Datenmaterial aus dem Einsatzgebiet des Schiffes und seinem weiteren Umkreis. Dies sind Wetterbeobachtungen von Schiffen, Bojen und Landstationen, von nationalen Wetterdiensten aufbereitetes Kar-

tenmaterial, per E-Mail vom DWD in Hamburg empfangene Vorhersagekarten des Deutschen Wetterdienstes und vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen in Reading (EZMW bzw. ECMWF) sowie entsprechende Seegangsvorhersagen. Auch Satellitenbilder spielen bei der Beurteilung und Interpretation von Wetterlage und -entwicklung eine große Rolle.

- Erstellung aktueller kurz- und mittelfristiger (bis 10 Tage) Wettervorhersagen oder Warnungen für das jeweilige Fahrt- und Einsatzgebiet
- Erfassung, Prüfung und Aufbereitung der ständig auflaufenden, an Bord gewonnenen meteorologischen Daten. Sie dienen als Grundlagenmaterial für wissenschaftliche Untersuchungen seitens der teilnehmenden Gruppen sowie beim DWD und fließen direkt in die Beratungstätigkeit der Bordwetterwarte ein.
- Ein Teil dieser Messdaten wird bereits während der Reise nach internationalem Standard der WMO (**World Meteorological Organization**) in den weltweiten Datenaustausch des GTS (**Global Telecommunication System**) eingespeist

1.1.1 Meteorologische Beratung

Schiffseinsatz und Forschungstätigkeit sind in hohem Maße wetter- und seegangsabhängig. Um den Einsatz wissenschaftlicher Geräte und Ausrüstung optimal und ohne Schäden für Schiff und Besatzung durchführen zu können, ist eine meteorologische Beratung der Schiffsführung und Fahrtleitung unerlässlich.

Basierend auf meteorologischem Datenmaterial aus dem Einsatzgebiet und der weiteren Umgebung werden Wettervorhersagen und Warnungen in unterschiedlichen Zeitskalen erstellt. Kurzfristvorhersagen (bis 36 Stunden) und Warnungen unterstützen die Schiffsführung und Fahrtleitung bei der aktuellen Planung und Durchführung von Schiffseinsatz und Forschungstätigkeit. Mittelfristige Prognosen (bis 10 Tage) des DWD und anderer meteorologischer Zentren dienen als Grundlage für die Planung nachfolgender Einsätze und leisten damit ihren Beitrag zur optimalen Ausnutzung von Schiffszeiten.

Das meteorologische Datenmaterial umfasst die an Bord gewonnenen Messdaten (siehe 1.1.2), Wetterbeobachtungen und Messungen von Schiffen, Bojen und Landstationen, die in Wetterkarten eingetragen und anschließend analysiert und diagnostiziert werden. Dabei werden an Bord empfangene Satellitenbilder beurteilt und interpretiert, und von nationalen Wetterdiensten aufbereitetes Kartenmaterial (Analysen, Prognosen) hinzugezogen. Der Empfang dieses Kartenmaterials erfolgt zunehmend durch satellitengestützte Kommunikationswege (E-Mail), da nur noch wenige Kurzwellensender (z.B. DWD Sender Pinneberg) entsprechende Produkte ausstrahlen. In erster Linie werden die Modellketten des Deutschen Wetterdienstes (GME-Modell) und des EZMW und die darauf basierenden Folgeprodukte wie Seegangsprognosen usw. verwendet.

1.1.2 Datenerfassung

Die ständig auflaufenden meteorologischen Daten müssen erfasst, geprüft und aufbereitet werden. Sie fließen nicht nur in die Beratungstätigkeit ein, sondern dienen auch als Grundlagenmaterial für wissenschaftliche Untersuchungen seitens der teilnehmenden Wissenschaftlergruppen sowie späterer Untersuchungen beim Deutschen Wetterdienst. Ein Teil dieser Messdaten wird während der Reise nach internationalem Standard im Rahmen des GOS (**Global Observing System**) der WMO in den weltweiten Datenaustausch des GTS eingespeist.

2. Kommunikations- und Datenverarbeitungssysteme

2.1. Satellitenbildempfang

2.1.1 Generelle Beschreibung:

Das globale meteorologische Satellitensystem wird von der WMO (World Meteorological Organisation) im Rahmen des GOS (Global Observing System) der WWW (World Weather Watch) koordiniert. Die dazu gehörenden Satelliten sind weltweit und öffentlich zu empfangen. Das schließt nicht aus, dass bestimmte Daten kodiert verbreitet werden und Nutzungsgenehmigungen eingeholt werden müssen. Die nicht von der WMO koordinierten Satelliten sind nationale, nicht generell öffentlich nutzbare Satelliten, die operationell und/oder für Forschung und Entwicklung im Einsatz sind.

Das globale System besteht aus zwei Teilsystemen

- den geostationären Satelliten, positioniert in rund 36.000 km Höhe. Hierzu gehören nominell 5 Satelliten im Abstand von 60 bis 80 Grad geographischer Länge über dem Äquator. Beteiligte Länder: USA, Europa (EUMETSAT), Japan, Russland, Indien und China.
- Den polnah umlaufenden und in der Regel sonnensynchronen Satelliten. Sie fliegen in Höhen von etwa 700 bis 900 km, die Umlaufdauer liegt je nach Flughöhe zwischen 95 und 110 Minuten. Beteiligte Länder: USA, Russland, China, in Zukunft auch Europa (EUMETSAT).

Die geostationären Satelliten erfassen nur das Gebiet zwischen etwa 70 Grad Nord und 70 Grad Süd, d.h. nicht die Polargebiete, während die polnah umlaufenden sonnensynchronen Satelliten 2 mal in 24 Stunden je Satellit das System Erdoberfläche-Atmosphäre messtechnisch vollständig erfassen. Bei letzteren ist die Breite des Abtaststreifens (Schwadenbreite) so ausgelegt, dass am Äquator gerade Überdeckung erreicht wird. Zu hohen Breiten hin nehmen die Überlappungen der Bildstreifen zu, so dass am Pol und in dessen Nähe sogar alle 102 Minuten Beobachtungen erfolgen.

2.2 Satellitenbildempfang auf FS Meteor:

Die technische Ausstattung der Bordwetterwarte auf FS Meteor ermöglicht den Empfang beider erwähnter Satellitensysteme.

In der Bordwetterwarte wird seit Beginn der Reise M 60 im November 2003 ausschließlich eine Satellitenbildempfangsanlage der Firma Tecnavia S.A., Lugano betrieben.

Bekannte Beispiele für geostationäre Satelliten sind u.a. „METEOSAT“ und „GOES“, bei den polnah umlaufenden sind dies NOAA 15,16,17 und 18 .

Der Empfang der **polumlaufenden Satelliten** ist im HRPT –Format (**H**igh **R**esolution **P**icture **T**ransmission) für den digitalen Empfang möglich.

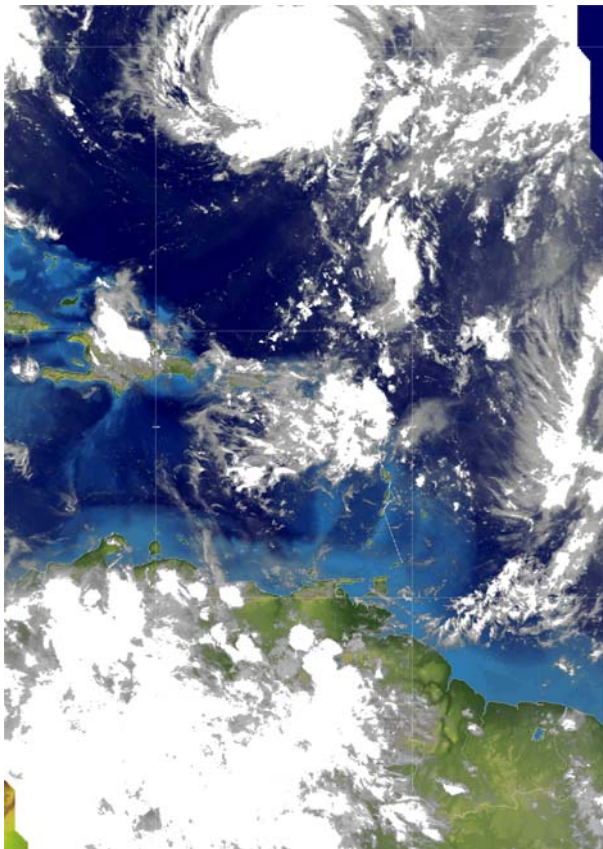
So ist beispielsweise die Darstellung folgender 5 Spektralbereiche möglich:

1. Kanal VIS: Aerosole und Vegetation,
2. Kanal NIR: Land-Wasser Verteilung und Einzelheiten von niedrigen Wolken,
3. Kanal MIR: Wasser, Eis, Schneeverteilung, Feuer und Vulkanismus,
4. Kanal IR : Bodentemperatur,
5. Kanal IR : atmosphärische Korrektur, bedingt durch atmosphärische Trübung.

VIS = visible, NIR = near infrared, MIR = middle infrared, IR = infrared.

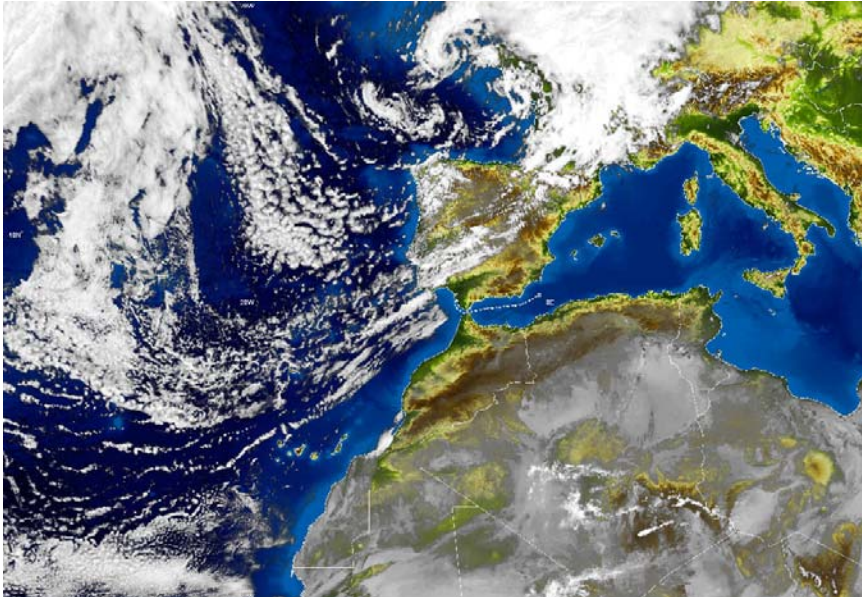
- hochaufgelöste Bilder mit rund 1 Kilometer/Pixel pro Bildpunkt
- brillante Auflösung der unterschiedlichen Wasseroberflächentemperaturen. Hierdurch lassen sich u.a. Strömungen und Wasserverwirbelungen erkennen und verfolgen.
- Exakte Bestimmung von Wolkenoberflächentemperaturen (IR-Bilder).

Selbstverständlich lassen sich diese hochaufgelösten Bilder mit einem frei definierbaren Gradnetz sowie mit den zugehörigen Landkonturen versehen. Die Darstellung ist sowohl in schwarz/weiß als auch in Falschfarben möglich. Alle Aufnahmen können beliebig vergrößert werden (Zoomfunktion).



Hochaufgelöstes Bild von NOAA 12 (HRPT) 08.09.2005 zur „Hurricane Season“

Die **geostationären Satelliten** – wie z.B. MSG 2 (METEOSAT 9) - liefern alle 15 Minuten Bilder von der Erde. Im Gegensatz zu den amerikanischen Satelliten (GOES East & West) gibt es jedoch bei METEOSAT 9 keinen festen Sendeplan mehr. Die empfangenen Rohdaten werden zuerst von der zuständigen Bodenstation aufbereitet – u.a. in separate geographische Ausschnitte aufgeteilt - und anschließend den Nutzern über Satelliten zur Verfügung gestellt. Die fertigen Bilder sind mit einem eingeplotteten Gradnetz sowie Länderkonturen versehen.



MSG2 (METEOSAT 9), Aufnahme im sichtbaren Spektrum (VIS) vom 23.07.2007

Zur Auswertung der Bilder von geostationären Satelliten stehen bei METEOSAT 9 5 Spektralbereiche zur Verfügung, bei den amerikanischen GOES-Satelliten sind es 3 Spektralbereiche (je einen Kanal für den sichtbaren Bereich (VIS), einen Infrarotkanal (IR) und einen Kanal Wasserdampf (WV), während METEOSAT 9 über 2 weitere, nämlich einen zusätzlichen IR-Kanal sowie einen Mischkanal aus VIS und IR verfügt. Zumindest sind das die Kanäle, die mit der hier beschriebenen Anlage zu empfangen sind. Tatsächlich stellt METEOSAT 9 bis zu 12 verschiedene Spektralbereiche zur Verfügung.

Mit Hilfe der infraroten Bilder können am Bildschirm Oberflächentemperaturen der Erde sowie von Wolken ermittelt bzw. dargestellt werden. Zusätzlich werden Angaben über die Höhe von Wolkenobergrenzen angezeigt.

Die Tecnavia-Software ermöglicht die Darstellung der Bilder sowohl in schwarz/weiß als auch in Farbe und als besonderes Feature ist es ebenso möglich, Land- bzw. auch Wasser im sogenannten Digital Elevation Modus darzustellen, was eine farblich abgestufte Darstellung von Höhen bzw. Tiefen bedeutet und die Bilder damit wesentlich anschaulicher werden lässt. Die Aufnahmen der geostationären Satelliten eignen sich damit vorzüglich zur Präsentation von Bildsequenzen, wie zum Beispiel aus Fernschwetterkarten bekannt. Die in der Bordwetterwarte benutzte Software unterstützt diese Möglichkeit. Auf diese Weise lassen sich Verlagerungsrichtung und -geschwindigkeit von Wolkenformationen sehr gut ermitteln.

2.3 Verfügbarkeit und Speichermöglichkeiten:

Sämtliche in der Bordwetterwarte aufgenommenen Satellitenbilder stehen Besatzung und Wissenschaft frei zur Verfügung und können jederzeit dort eingesehen werden. Fertig aufbereitete Bilder werden auf Wunsch entweder als sogenannte Hardcopy ausgehändigt oder über das Bordnetz allen Interessierten zugänglich gemacht.

Am Ende einer Reise werden alle repräsentativen und entsprechend archivierten Bilder des vorangegangenen Fahrtschnitts archiviert und stehen somit auch für spätere Nachfragen oder Auswertungen zur Verfügung. Ansprechpartner sind der Deutsche Wetterdienst in Hamburg oder die Bediensteten der Bordwetterwarte.

In der Bordwetterwarte auf FS Meteor werden ausschließlich Bilder der bereits erwähnten Wettersatelliten aufgenommen, deren Möglichkeiten ausführlich geschildert wurden. Der Empfang spezieller Satelliten wie zum Beispiel „SeaWifs“ (u.a. Erkundung von Chlorophyll in der Wassersäule) ist mit der vorhandenen Ausrüstung nicht möglich. Darüber hinaus ist für die Nutzung von z.B. „SeaWifs“ beim Betreiber eine zeitlich befristete bzw. dauerhafte Genehmigung einzuholen.

3. Meteorologische Messinstrumente

Allgemeines

Das meteorologische Messsystem auf FS Meteor dient der Erfassung meteorologischer Parameter, die von einem zentralen Meteorologierechner in der Bordwetterwarte (siehe Punkt 4) erfasst und an verschiedenen Stellen des Schiffes (z.B. Brücke, Maschinenkontrollraum) als Datensatz oder zur Anzeige weitergeleitet werden. Die Lage der Messwertgeber kann auf der Übersichtsskizze des Mastes eingesehen werden (S.15).

folgende Messwerte werden auf FS METEOR bereitgestellt:

- Lufttemperatur
- Wassertemperatur
- Relative Feuchte mit Taupunkt als Rechengröße
- Relative Windrichtung und relative Windgeschwindigkeit
- Wahrer Wind (als Rechengröße aus dem relativen Wind)
- Horizontalsichtweite
- Luftdruck
- Niederschlag
- Strahlung
 - langwellige Strahlung
 - Globalstrahlung
 - 2 UV-Komponenten der Globalstrahlung (UV-A, sowie erythem wirksamer UV-B-Anteil)
 - Sonnenscheindauer und –intensität

Zusätzlich erhält der Meteorologierechner weitere Informationen über das schiffseigene Datenversorgungssystem:

- Uhrzeit (UTC)
- Kompasskurs (FOG, **F**aser **O**ptical **G**yro)
- Daten vom DOLOG (**D**oppler-**L**og)
- Daten des GPS-Systems

Die meteorologischen Daten werden vom Messwerterfassungssystem (METCO III) der Bordwetterwarte über eine serielle Schnittstelle in das **D**aten**v**erteilungssystem (DVS) übertragen und auf verschiedenen Monitoren und Anzeigeeinstrumenten im Schiff ausgegeben. Zusätzlich werden die meteorologischen Daten innerhalb der METCO III für jede Reise archiviert.

Anmerkung:

In den nationalen Wetterdiensten ist es üblich, Messgrößen von der Höhe der Messwertgeber auf eine von der WMO vorgegebene Standardhöhe zu reduzieren (z.B. den gemessenen Luftdruckwert auf Meereshöhe (NN)). Dies erfolgt mit den an Bord gewonnenen Grundgrößen ausschließlich beim Luftdruck.

Zur Beschreibung der einzelnen Messsensoren:

3.1 Lufttemperatur

Messort: Ausleger auf der Radarplattform an Back- und Steuerbordseite in 28,3 m über dem Wasser

Die Messung der Temperatur erfolgt mit Messwiderständen vom Typ Pt 100 (1/3 DIN mit Kennlinie). Für die Messung der Lufttemperatur werden elektrisch ventilierte Außenthermometer verwendet.

3.2 Relative Feuchte

Messort: Ausleger auf der Radarplattform an Back- und Steuerbordseite in 28,3 m über dem Wasser

Der Sensor, Typ HMP 45 DL (Fa. Vaisala/Finnland), zur Bestimmung der relativen Feuchte enthält ein kapazitives Sensorelement. Eine Spannung von 0...1 V wird proportional zur relativen Feuchte 0...100 % ausgegeben.

3.3 Taupunkttemperatur

Aus den Grundgrößen Lufttemperatur und relativer Feuchte werden mit Hilfe der Psychrometerformeln nach Magnus und Sprung die Taupunkttemperaturen getrennt für die Backbord- sowie die Steuerbordseite berechnet. Bei Störung eines der beiden Eingangsgrößen wird die Taupunktanzeige auf „Ausfall“ gesetzt.

3.4 Wassertemperatur

Messort: Einschweißtaucher an der Back- und Steuerbordaußenhaut in 2,1m unterhalb der Wasserlinie.

Für die Messung kommen ebenfalls Messwiderstände vom Typ Pt 100 (1/3 DIN mit Kennlinie) zur Anwendung.

3.5 Relativer Wind

Messort: Position des ehemaligen Funkpeilers in 45,5 m über dem Wasser

Messwertgeber: Ultrasonic Anemometer 2Da der Firma Thies (Pos. 119 im bisherigen Antennenplan)

Als Redundanz wurde auf der Backbordrah als Messsystem ein Friedrichs-Windgeber (Pos. der ehemaligen analogen FAND-Antenne) installiert.

Messwertgeber:

- Richtung: Einblatt-Windfahne
- Geschwindigkeit: beheiztes Schalensternanemometer

Da sich bei einem fahrenden Schiff Schiffsgeschwindigkeit und wahrer Wind vektoriell addieren, kann in diesem Fall nur der relative Wind gemessen werden. Unter Berücksichtigung von wahrer Schiffsgeschwindigkeit und wahren Schiffskurs kann aus dem relativen Wind der wahre Wind errechnet werden. Bei Störung einer der Eingangsgrößen werden Richtung und Geschwindigkeit des wahren Windes auf „Ausfall“ gesetzt.

3.6 Wahrer Wind

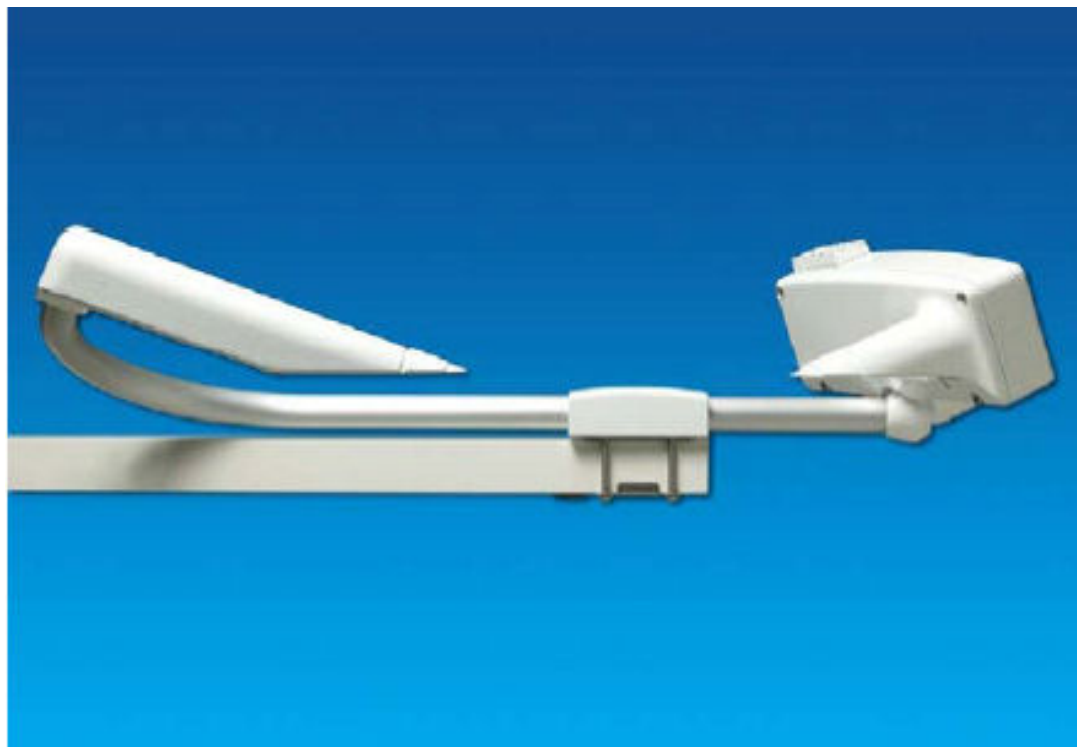
siehe **3.5. (Relativer Wind)**

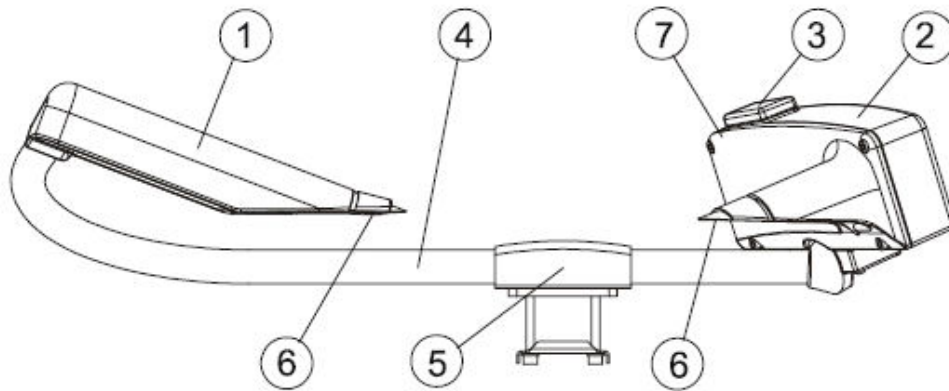
Alle Positionen der Messwertgeber können auf dem Übersichtsplan auf Seite 14 eingesehen werden.

3.7 Horizontalsichtweite

Messort: Peildeck auf der Steuerbordseite

Messwertgeber: Vaisala, Typ PWD20





0312-113

Abbildung 1 Sichtweitesensor PWD10/20

Die Nummern in Abbildung 1 oben kennzeichnen folgende Komponenten:

- 1 = IR-Sendekopf
- 2 = IR-Empfangskopf
- 3 = Abdeckplatte
- 4 = Pt100 Temperatursensor in Tragarm
- 5 = Befestigungsschelle
- 6 = Haubenheizung (optional)
- 7 = Platz für Vaisala Helligkeitssensor PWL111 (optional)

Allgemeines zur Sichtweite:

Die Sichtweite eines Objektes, das sich vor oder über dem Horizont befindet, ist ganz allgemein die Entfernung, bis zu der ein Beobachter ohne Hilfsmittel es noch wahrnehmen kann. Sie hängt in erster Linie von der atmosphärischen Trübung ab. Sie ist außerdem abhängig von den Lichtverhältnissen und bestimmten Eigenschaften des Objektes, seiner Umgebung und des normalen Auges. Koschmieders Theorie der Sichtweite beschreibt die gegenseitige Abhängigkeit dieser Größen. Für die allgemeine Sichtweitenmessung ergibt sich die physikalisch eindeutige Definition der Sichtweite:

$$V = (3,00/z) \text{ (m)} \quad \text{mit } z = \text{atmosphärischer Schwächungskoeffizient (Extinktion)}$$

In der Meteorologie wird die Normsichtweite wie folgt definiert:

$$V_N = (3,91/z) \text{ (m)}$$

Die Sichtweite V ist der horizontale Abstand bei Tageslicht, in der bei gleichmäßig getrüberter Atmosphäre der Kontrast zwischen Sichtmarken und Horizont Himmel als Hintergrund gleich dem Kontrastschwellenwert des Auges ist. Der Kontrastschwellenwert des Auges ist das Verhältnis aus dem noch wahrnehmbaren Leuchtdichtenunterschied zwischen Objekt und Hintergrund. Nachts dienen Leuchten als Sichtmarken, deren Sichtweite (Tragweite) jedoch meistens größer ist als die Normsichtweite. Für den Unterschied gibt es Erfahrungswerte und No-

mogramme, denen man die genauen Werte entnehmen kann. Die Normsichtweite ist damit ein gutes und seit langem bewährtes Maß für die Sichtweite in der Atmosphäre.

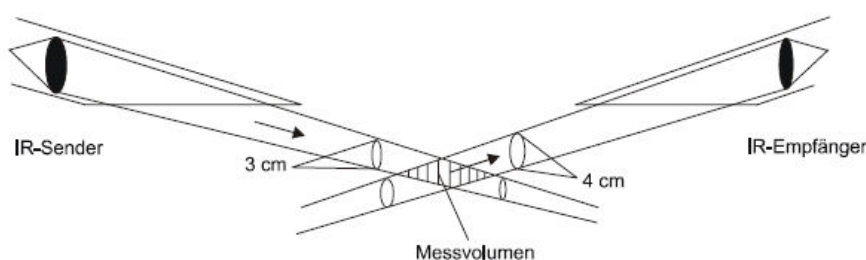
Messprinzip:

Der Sichtweitensensor PWD20 ist ein optischer Sensor zur Messung der Sichtweite (meteorologische Sichtweite). Er nutzt dazu das Prinzip der Vorwärtsstreuung.

Hierbei wird Licht durch Partikel gestreut, deren Durchmesser in der Größenordnung der Wellenlänge von Licht liegen. Die Streuung ist zur Dämpfung des Lichtstrahls proportional. Größere Partikel verhalten sich wie Reflektoren und Refraktoren. Bei diesen Partikeln handelt es sich meist um Niederschlagstropfen. Dank der optischen Anordnung des PWD20 lassen sich einzelne Tropfen von schnellen Signaländerungen unterscheiden.

Der Messbereich beträgt 10m bis 20km.

Nähere Informationen können dem Handbuch in der Bordwetterwarte entnommen werden.



0406-001

Abbildung 2 Optisches System des PWD10/20

Der PWD10/20 misst gestreutes Licht im Winkel von 45° . Bei diesem Winkel ist das Ansprechverhalten bei verschiedenen Arten von natürlichem Nebel stabil. Niederschlagstropfen streuen Licht anders als Nebel, so dass ihre Auswirkung auf die Sichtweite separat analysiert werden muss. Der PWD10/20 kann Niederschlagstropfen anhand des optischen Signals erkennen, messen und diese Informationen dann beim Verarbeiten der Streumessergebnisse verwenden.

Der PWD10/20 hat nur ein Messvolumen von etwa 0,1 Litern. Siehe Abbildung 2 oben. Dadurch können auch bei relativ starken Niederschlägen einzelne Partikel gemessen werden. Die Signale selbst kleinster Niederschlagstropfen können ebenfalls erfasst werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass nur die Sichtweite am Messort selbst gemessen wird. Sichtreduktionen in größerer Entfernung vom Messort werden dabei nicht berücksichtigt.

3.8 Luftdruck

Messort: Bordwetterwarte in 13 m über dem Wasser

Messwertgeber: Typ PTB220 Series Digital Barometer der Fa. Vaisala/Finnland

Allgemeine Erläuterungen:

Das RS232-Ausgangssignal des Sensors gelangt etwa alle 10 s direkt in den Rechner und wird dort verarbeitet. Der Meteorologierechner berechnet den momentanen Luftdruck und die drei-

stündige Druckänderung (Tendenz), die aus den minütlichen Mittelwerten abgeleitet wird, sowie die einstündige Tendenzänderung.

3.9 Niederschlag

Messort: oberste Plattform in 33,0 m über dem Wasser

Messwertgeber: Regenmessgerät nach Prof. Dr. L. Hasse/Institut für Meereskunde der Universität Kiel, zur Messung des auf die obere und seitliche Auffangfläche auftreffenden flüssigen Niederschlags. Aus den Teilmengen wird die Gesamtmenge des Niederschlags ermittelt.

Neben dem Regenmesser ist noch ein Niederschlagsmelder vorhanden, der die Zeiten angibt, in denen Niederschlag gefallen ist, aber selbst keine Mengenbestimmung gestattet. Ferner ist ein Schalensternanemometer zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit in Höhe des Regenmessgerätes installiert.

Im Zusammenhang mit der Niederschlagsmessung auf See ist zu beachten, dass das Messergebnis durch bestimmte Faktoren beeinträchtigt werden kann. Bei Starkwind oder Sturm zum Beispiel können Gischt bzw. Spritzwasser über sämtliche Aufbauten des Schiffes verdriftet werden und somit den Messort trotz seiner relativ großen Höhe erreichen. Das System unterscheidet nicht zwischen Gischt und tatsächlichem Niederschlag.

Des Weiteren sollte bei der Interpretation von Niederschlagssummen berücksichtigt werden, dass die Daten auf einer mobilen Station gemessen werden. So kann die Dauer eines Niederschlagsereignisses, bedingt durch die Fahrt des Schiffes, entsprechend verkürzt oder verlängert werden.

3.10 Strahlung

Hinweise zur Messung der terrestrischen und solaren Strahlung sind veröffentlicht in: WMO, 1991: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, 6. Auflage, WMO-No. 8, Genf, siehe dort Kapitel 7, sowie DIN 5031 Teil 1 bis 10.

3.10.1 langwellige Strahlung

Messort: Masttop

Messwertgeber: Pyrgeometer CG 4 der Firma Kipp & Zonen, Delft/Niederlande



Allgemeines:

Von dem Pyrgeometer wird die aus dem oberen Halbraum auf eine horizontale Empfangsebene einfallende atmosphärische (langwellige) Wärmestrahlung erfasst. Um Schiffsbewegungen auszugleichen, ist das Pyrgeometer kardanisch aufgehängt. Das Ausgangssignal (in mV) des Pyrgeometers ist direkt proportional der Bestrahlungsstärke des Spektralbereichs 4,5 bis 42 μm . Durch Eingabe des Kalibrierfaktors in die Messwerterfassungsanlage METCO

erfolgt die Ausgabe der Bestrahlungsstärke in W/m^2 . Sie erfolgt standardmässig als 10 min-Mittelwert.

Funktionsweise:

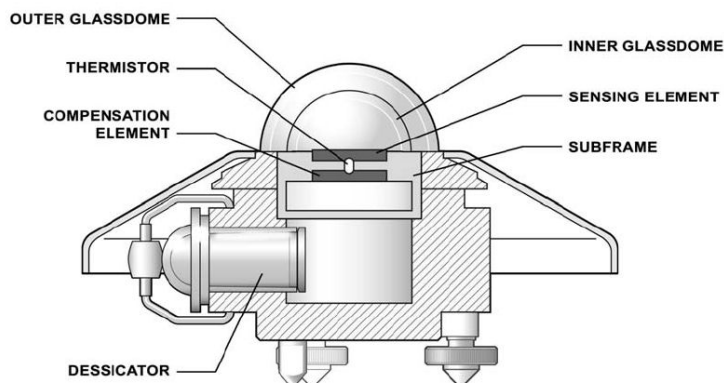
Die über die Messzelle aufgesetzte feste kristalline Halbkugel lässt nur die langwellige Wärmestrahlung zur geschwärzten Messfläche gelangen. Durch die unterschiedliche Erwärmung von Messfläche und Gehäuse entsteht eine Thermospannung, die direkt proportional zur Bestrahlungsstärke ist. Da das Pyrgeometer durch die einfallende Strahlung erwärmt wird, wird an dem Messsignal eine Korrektur bezüglich der Gerätetemperatur angebracht. Weitere Korrekturen sind nicht erforderlich.

3.10.2 Globalstrahlung

Messort: Masttop

Messwertgeber: Pyranometer **CM 21 & CMP21** der Firma Kipp & Zonen, Delft/Niederlande

Allgemeines:



Von dem Pyranometer wird die aus dem oberen Halbraum auf eine horizontale Empfangsebene einfallende Globalstrahlung erfasst. Die Globalstrahlung ist die Summe aus direkter und diffuser Solarstrahlung. Um Schiffsbewegungen auszugleichen, ist das Pyranometer kardanisches aufgehängt. Das Ausgangssignal (in mV) des Pyranometers ist direkt proportional der Bestrahlungsstärke des

Spektralbereichs 0,3 bis 2,8 μm . Durch Eingabe des Kalibrierfaktors in die Messwertfassungsanlage METCO erfolgt die Ausgabe der Bestrahlungsstärke in W/m^2 . Sie erfolgt standardmäßig als 10 min-Mittelwert.

Funktionsweise:

Die über die Messzelle aufgesetzte gläserne Halbkugel (Schott Glas K5 mit einer Dicke von 2 mm) lässt nur die Solarstrahlung zur geschwärzten Messfläche gelangen. Durch die unterschiedliche Erwärmung von Messfläche und Gehäuse entsteht eine Thermospannung, die direkt proportional zur Bestrahlungsstärke ist.

3.10.3 UV-Strahlung

Messort: Masttop

Messwertgeber: UV-Sensor (**UV-S-AE-T**) der Firma Kipp & Zonen, Delft/ Niederlande



Allgemeines:

Von dem spektralen Pyranometer werden von der aus dem oberen Halbraum auf eine horizontale Empfangsebene einfallenden Globalstrahlung folgende UV-Komponenten getrennt erfasst: UV-A (315 – 400 nm) und erythemwirksames UV-B (280 – 315 nm). Wie bei der Globalstrahlung werden auch hier die Summen aus direkter und diffuser Solarstrahlung gemeinsam erfasst. Um Schiffsbewegungen auszugleichen, ist der Sensor kardanisches aufgehängt. Das Ausgangssignal (in mV) des Sensors ist direkt proportional der Bestrahlungsstärke der Spektralbereiche UV-A und UV-B. Durch Eingabe der Kalibrierfaktoren - getrennt für

den UV-A- und UV-B-Anteil - in die Messwerterfassungsanlage METCO erfolgt die Ausgabe der Bestrahlungsstärken für beide Komponenten in W/m^2 . Sie erfolgen standardmäßig als 10 min-Mittelwerte.

Funktionsweise:

Die über die Messzelle aufgesetzte feste Quarz-Halbkugel lässt nur die UV-Komponenten der Solarstrahlung zur geschwärzten Messfläche gelangen. Für die beiden UV-Komponenten werden unterschiedliche Filter eingesetzt, so dass die Spektralbereiche des UV getrennt erfasst werden können. Durch die unterschiedliche Erwärmung von Messfläche und Gehäuse entsteht eine Thermospannung die direkt proportional zur Bestrahlungsstärke der jeweiligen UV-Komponente ist. Der UV-B-Anteil der Globalstrahlung wird mit der Empfindlichkeitskurve der Haut (Erythemfunktion definiert nach CIE [Commission Internationale de l'Éclairage, Wien] 1987) gewichtet, so dass aus dem UV-B-Messwert auf die Sonnenbrandwahrscheinlichkeit geschlossen werden kann.

3.10.4 Sonnenscheindauer und Intensität

Messort: Masttop

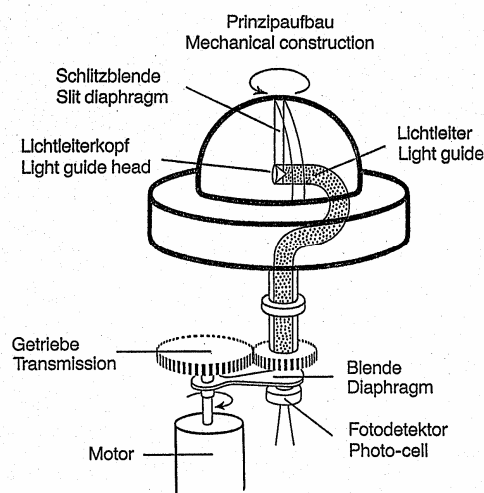
Messwertgeber: Sonnenenergie-Sensor **SONIe2/3**

Allgemeines:

Das Signal des Pyrheliometers wird sowohl zur Bestimmung der Sonnenscheindauer (Angabe in min) als auch der direkten solaren Bestrahlungsstärke (Angabe in W/m^2) verwendet. Durch das Messprinzip (s.u.) beeinflussen die Schiffsbewegungen das Messsignal nicht. Somit ist eine kardanische Aufhängung nicht erforderlich. Die Ausgabe der Messwerte erfolgt standardmäßig als 10 min-Mittelwerte.

Funktionsweise:

Das Gerät tastet die Bestrahlungsstärken der Sonne sowie des Himmels mit einer rotierenden Schlitzblende kontinuierlich ab, wobei eine Umdrehung rund 3 s dauert. Der Öffnungswinkel der Schlitzblende zwischen den Randstrahlen beträgt $1,2^\circ \times 90^\circ$ (Azimut x Höhe). Dadurch ist gewährleistet, dass – unabhängig von Höhe und Azimut der Sonne - diese einmal innerhalb einer Rotation in den Schlitz scheinen kann. Vom Schlitz wird das Signal über einen Lichtleiter zu einem Fotodetektor geleitet. Dort wird das verstärkte Signal von einem Spitzenwertspeicher übernommen und über einen Schwellwert-schalter als Ja/Nein-Aussage bezüglich der Sonnenscheindauer in Form von 0 bzw. 4,5 V ausgegeben. Parallel dazu wird von einem Impedanzwandler die Analogspannung des Sensors in Form 0 ...12 V ausgegeben, aus der nunmehr die solare Bestrahlungsstärke, ausgedrückt in W/m^2 , bestimmt wird.



Skizze zeigt den Prinzipaufbau des SONIe

Sämtliche an Bord gemessenen Strahlungsdaten werden regelmäßig einmal pro Woche zum DWD in Lindenberg übermittelt und dort einer eingehenden Plausibilitäts- und Qualitätskontrolle unterzogen.

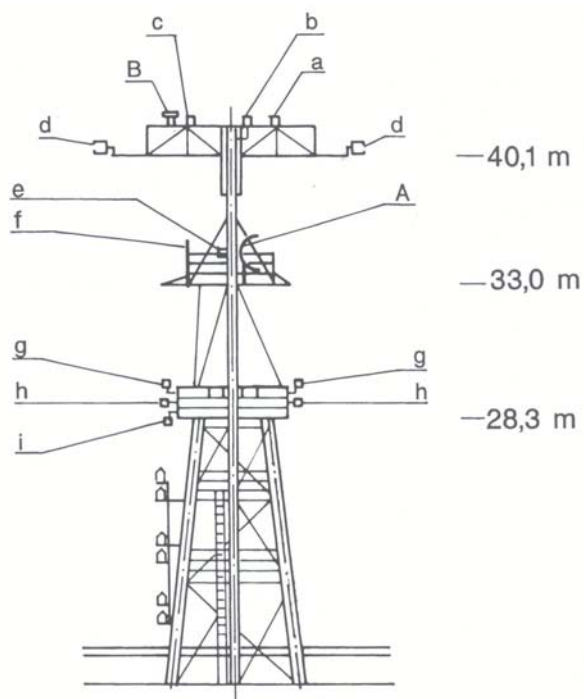


Abbildung links:
Lage der Sensoren vom Bug aus gesehen

- a: langwellige Wärmestrahlung der Atmosphäre
- b: UV-A und UV-B-Anteile der Globalstrahlung
- c: Globalstrahlung
- d: Windrichtung und -geschwindigkeit
- e: Niederschlag
- f: Horizontalsichtweite
- g: relative Feuchte
- h: Lufttemperatur
- i: Einlassöffnung zum Barometer
- A+B: Empfangsantennen für geostationäre und polumlaufende Satelliten

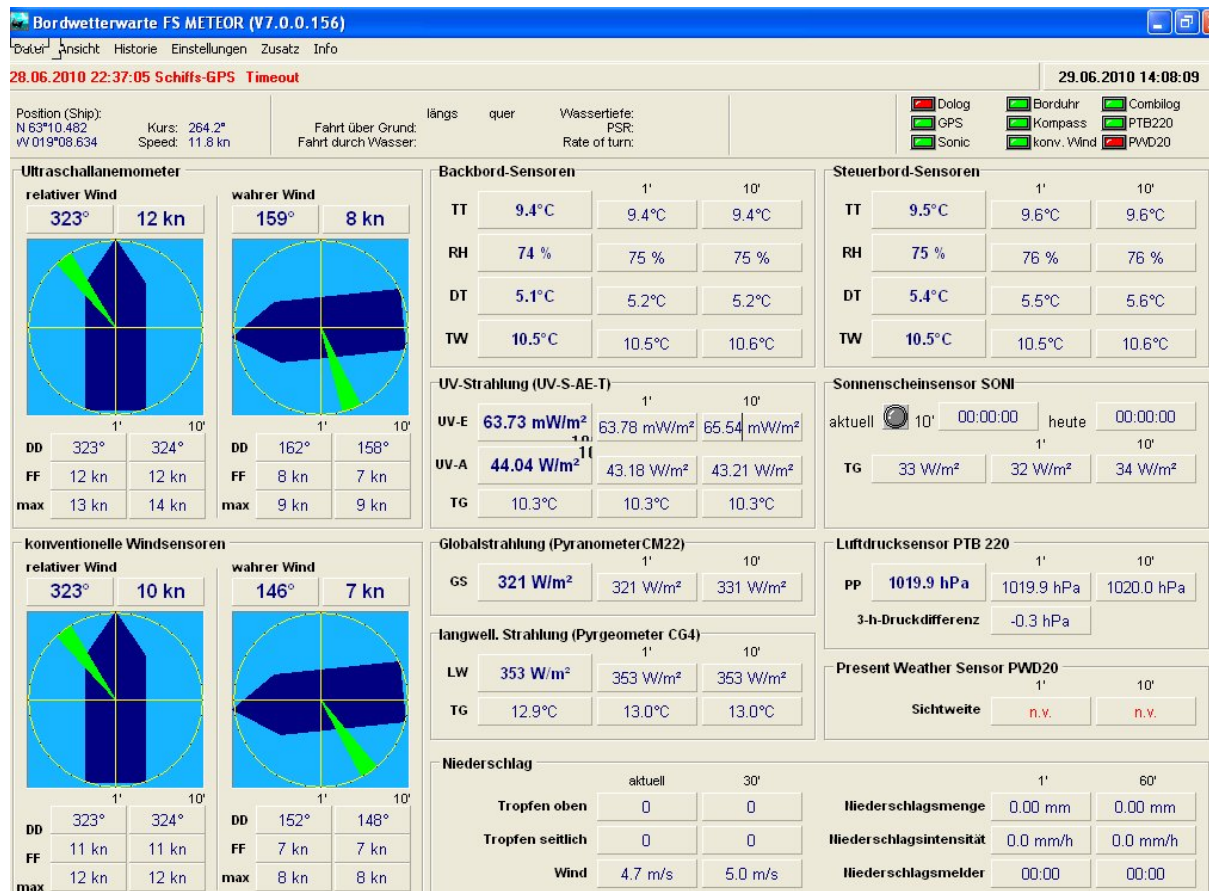
4. Messwerterfassungsanlage (METCO)

Die Abtastung der in Punkt 3.1 bis 3.11 genannten Messwertgeber erfolgt einmal pro Sekunde, die der Windwerte (Punkt 3.6.) dagegen alle 0,5 s. Daraus werden die Grundgrößen sowie die Folgegrößen (z.B. wahre Windgeschwindigkeit und Taupunkttemperatur) berechnet. Der in der Bordwetterwarte zum Einsatz kommende **Meteorologie-Computer (METCO)** basiert auf einem 19“Industrie-PC mit PentiumIV-CPU und 15“ TFT-Monitor mit Betriebssystem Windows XP-Prof, unter Verwendung von industrietauglichen Peripheriebaugruppen. Das Verarbeitungsprogramm der erfassten Daten wird mit der Software Delphi realisiert.

Die Erfassung aller Messdaten im PC erfolgt je nach Art des Parameters auf eine der folgenden Arten:

- Messung analoger Eingangssignale 0...20 mA. Die Sensoren sind hierbei an Messumformer angeschlossen, durch die der Messbereich festgelegt ist. Die Erfassung im PC erfolgt mit einer AD-Wandler-Baugruppe
- Erfassung von Messdaten von intelligenten Datenerfassungsmodulen (COMBILOG). Die Übertragung der Messdaten erfolgt über eine RS485-Schnittstelle. Der Messbereich wird durch die Konfiguration der COMBILOGs festgelegt
- Direkt im PC wird über eine RS232-Schnittstelle nur das Sensorsignal des Luftdruck-sensors-Sensors und der Sichtweite erfasst

Darüber hinaus wird eine Reihe von schiffsbezogenen Daten (GPS-Daten, Dolog-Daten, Borduhr, Kompass) über Datentelegramme dem PC zugeführt und von diesem weiterverarbeitet.



In der Abbildung ist dargestellt, wie die erfassten und verarbeiteten Daten visualisiert werden, erkennbar ist die Unterteilung in Anzeigen nach Back- und Steuerbordsensoren (Temperatur, Taupunkt, Luftfeuchte sowie Wassertemperatur)

Die Grund- und Folgegrößen der Luvseite werden ebenfalls auf der Brücke, im achterlichen Fahrstand sowie im Maschinenkontrollraum angezeigt. Durch Ändern des Umschaltkriteriums kann festgelegt werden, ob statt der Luv-Werte stets die Backbord- bzw. Steuerbordwerte angezeigt werden sollen oder aber, ob diese Umschaltung je nach Windrichtung automatisch erfolgen soll.

4.1 Plausibilitätsprüfung und Bewertung der erfassten und gespeicherten Daten

Das Softwarepaket DATACHECK ermöglicht die Visualisierung und Bewertung der vom Meteorologierechner METCO auf FS METEOR bereitgestellten Messdaten, bevor diese an die auswertenden Stellen weitergeleitet werden.

Da das METCO-Programm vollautomatisch arbeitet, werden Beeinflussungen der Messdaten z.B. durch besondere meteorologische Bedingungen oder Fehler der Sensorik erst nachträglich durch den Wetterfunktechniker oder Bordmeteorologen festgestellt. Da die Auswertung der automatisch gespeicherten Messdaten in der Regel erst nach Beendigung einer Reise erfolgt, sind hier zusätzliche Informationen über solche Bedingungen erforderlich.

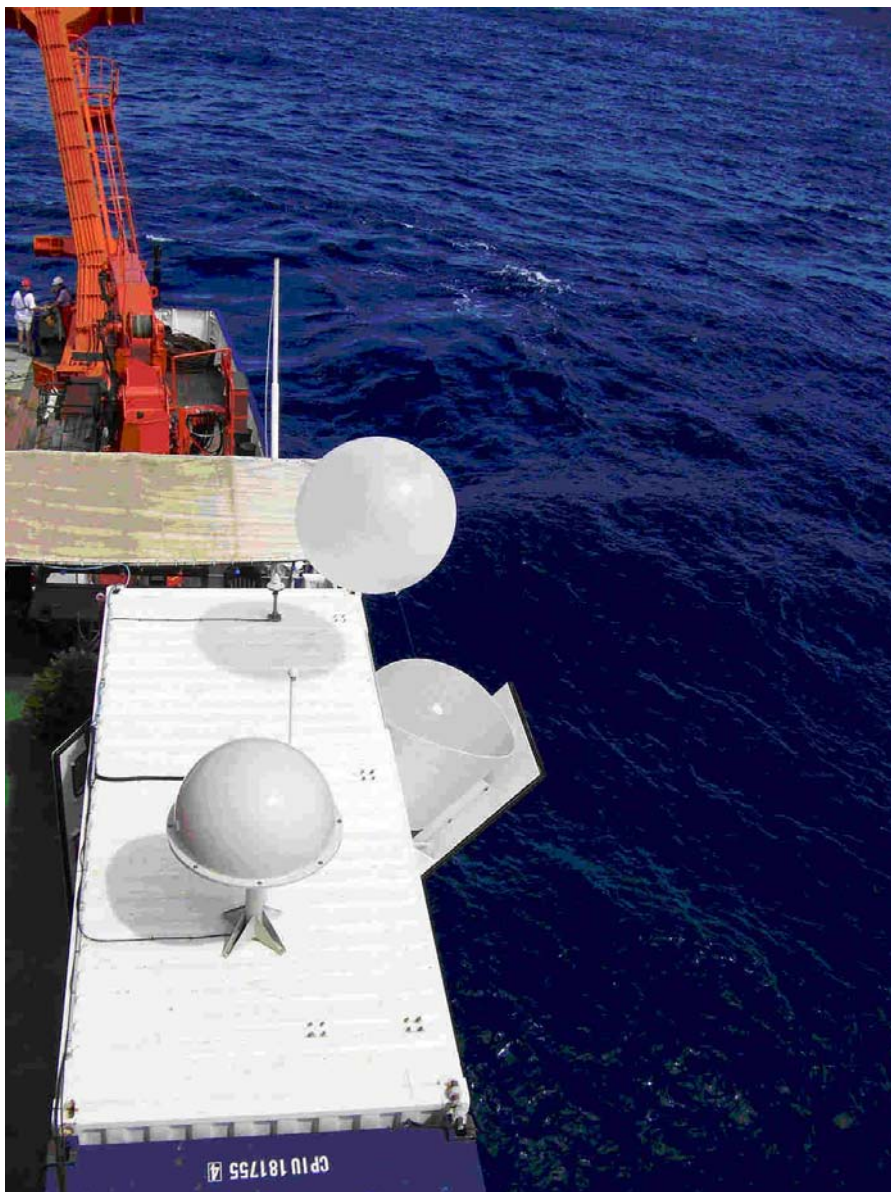
Das Programm DATACHECK ermöglicht dem Wetterfunktechniker bereits während der Reise, solche Informationen zu erstellen und diese nach Abschluss der Reise zusammen mit den Messdaten zu archivieren. Insbesondere bietet das Programm die folgenden Funktionen:

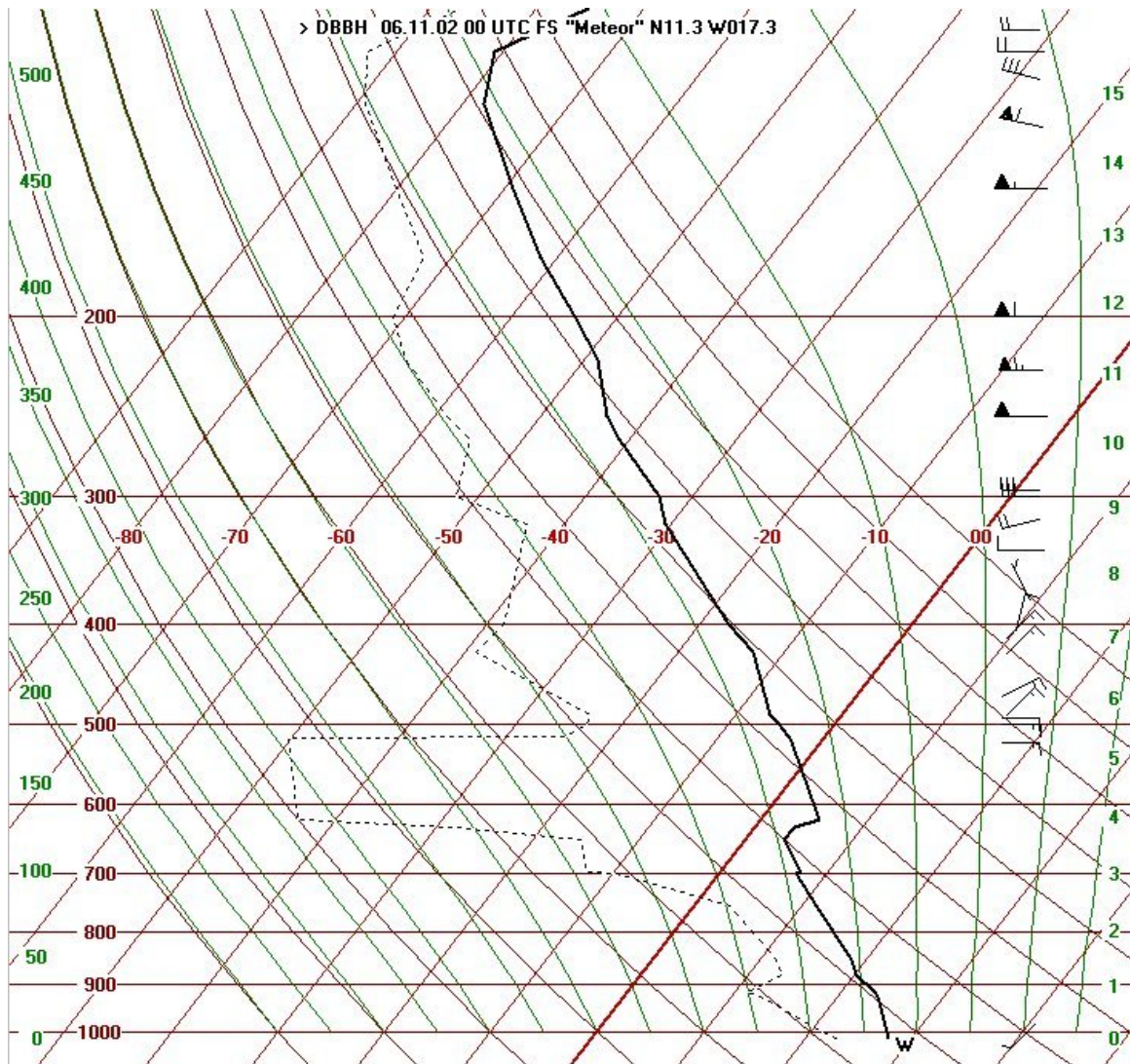
- Übernahme der gespeicherten Messdaten vom METCO-Rechner in eine interne Datenbank zu beliebigen Zeitpunkten
- Grafische Darstellung sämtlicher vom METCO aufgezeichneten Parameter vom Beginn der Reise bis zum Zeitpunkt der letzten Datenübernahme in mehreren Diagrammen
- Vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Messwerte in gleichen Zeitabschnitten (Synchronisation von Diagrammen)
- Bewertung und Kennzeichnung von Messwertreihen. Bei festgestellten Fehlern werden flags gesetzt und Kommentare hinzugefügt
- Erzeugen von Messwertdateien einschließlich der Messwertflags und Kommentare

Die Bearbeitung der Messdaten wirkt sich lediglich auf die Festlegung von Messwertflags aus, direkte Manipulation von Messwerten wird verhindert.

5. Aerologische Aufstiege

Im Rahmen von **ASAP** (Automated Shipboard Aerological Programme) werden regelmäßig Radiosondenaufstiege (aerologische Aufstiege) zur Bestimmung der vertikalen Profile von Temperatur, Feuchte, Wind und Luftdruck bis in eine Höhe von 20 bis 25 km durchgeführt. Der Start der Radiosonden erfolgt halbautomatisch aus einem klimatisierten 20 Fuß-Container. Er steht auf dem achterlichen Backdeck auf Backbordseite. Die Messergebnisse werden automatisch über eine eigens für diesen Zweck installierte INMARSAT-C-Anlage gesendet und weiter an eine Erdfunkstelle übermittelt. Von dort werden sie von einem nationalen meteorologischen Dienst in das GTS der WMO eingesteuert. Die Radiosondenaufstiege werden auf Datenträgern archiviert und stehen somit für die Beurteilung von anderen Messergebnissen an Bord zur Verfügung.





Graphische Darstellung eines Radiosondenaufstieges als T-logP-Diagramm, wie sie sonst vor allem im GeophysBDBw (Geophysikalischer Beratungsdienst der Bundeswehr) Verwendung findet. Im Deutschen Wetterdienst kommt daneben auch das Stüwe-Diagrammpapier zur Anwendung, welches von den Bediensteten der Bordwetterwarte ebenfalls genutzt wird.

6. Wetterbeobachtungsdienst

Die Teilnahme am internationalen Wetterbeobachtungsdienst ist eine weitere wichtige Aufgabe der Bordwetterwarte. Mit der ABWST (**A**utomatische **B**ordwetter**S**tation) und einem angeschlossenen Verarbeitungsprogramm werden stündlich rund um die Uhr verschlüsselte automatische Messwerte wie Position, Sichtweite, Windrichtung- und geschwindigkeit, Lufttemperatur, Taupunkt, Luftdruck, Wassertemperatur bereitgestellt. Sie werden tagsüber zu den sogenannten synoptischen Haupt- und Zwischenterminen durch das Personal der Bordwetterwarte mit visuellen Beobachtungen vervollständigt. Diese Augenbeobachtungen enthalten Angaben über:

- Bedeckungsgrad des Himmels
- Art und Höhe der Wolken
- Signifikante meteorologische Erscheinungen wie z.B. Niederschlag, Nebel usw.
- Höhe, Richtung und Periode von Seegang und Dünung
- ggf. Eisbedeckung oder Angaben zu Eisbergen und Eisbergstücken

Vom ABWST-Rechner werden 3-stündlich sämtliche Wetterbeobachtungen (Obse) automatisch zu einer INMARSAT-C-Anlage transferiert.. Die Daten sind Eingangsgrößen für numerische Wettervorhersagemodelle. Sie sind von besonderem Wert in entlegenen Seegebieten.

| Augenbeobachtungen | | |
|--|----|---|
| BBXX DBBH 28111 99193 70183 | | |
| 41998 00210 10194 20174 40138 52017 70100 80000 | | |
| 22251 04197 20703 301// 41106 5//// 6//// ICE //// | | |
| Wetter Seegang Eis | | |
| Wolkenhöhe | 9 | 2500 m oder höher oder wolkenlos |
| Sicht | 98 | ab 11 sm |
| Gesamtbedeckung | 0 | wolkenlos |
| momentanes Wetter | 1 | Wolken in Auflösung |
| vergangenes Wetter W1 | 0 | Gesamtbedeckung nicht größer als 4/8, kein Niedersc |
| vergangenes Wetter W2 | 0 | Gesamtbedeckung nicht größer als 4/8, kein Niedersc |
| Bedeckung niedrige Wolken | 0 | wolkenlos |
| Art niedrigere Wolken | 0 | Keine Strocumulus, Stratus, Cumulus oder Cumulon |
| Art mittelhohe Wolken | 0 | Keine mittelhohen Wolken |
| Art der hohen Wolken | 0 | Keine Cirren |

Die ABWST erfasst die an einer Schnittstelle ankommenden Daten, stellt sie auf dem Bildschirm zur Anzeige bereit, kodiert sie entsprechend dem Schlüssel FM13-Ship und sendet die fertige Meldung über INMARSAT in das GTS (Global Telecommunication System). Ferner wird die Eingabe von Augenbeobachtungen (nebenstehende Abbildung) und die Korrektur der automatisch

erfassten Daten ermöglicht. Die Daten selbst werden zur Auswertung in einer Datenbank gespeichert. Bei Interesse können sie über den Deutschen Wetterdienst in Hamburg bezogen werden.

7. Nachrichtengeräte

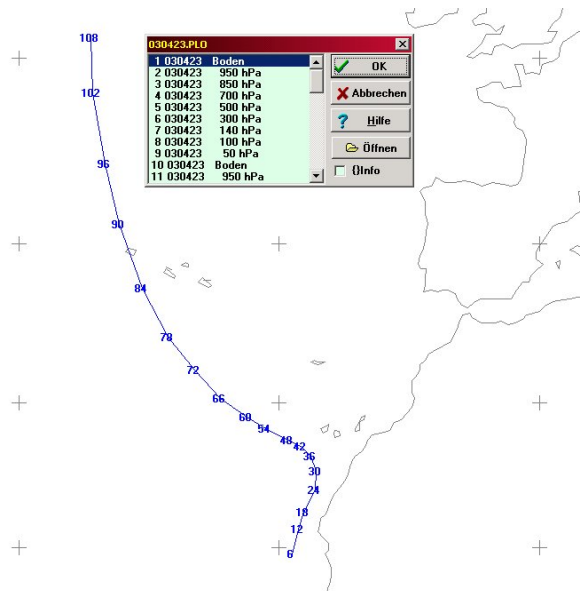
Für den Empfang von Wetter-Fernschreibsendungen und Bildfunkkarten werden Breitbandempfänger der Fa. JRC (NRD 535 DG) und Bogerfunk (AR5000 plus DX) eingesetzt. Die empfangenen Wetter-Fernschreibsendungen (Wettermeldungen, Warnungen, Seewetterberichte Wetterfaxkarten etc.) werden auf einem Rechner mit entsprechender Software (JVComm32) gespeichert und stehen damit für die Weiterverarbeitung zur Verfügung.

8. Sonstiges

Die Bordwetterwarte auf FS Meteor kann bei Bedarf über den Deutschen Wetterdienst in Offenbach täglich per E-Mail Trajektoriendaten für wissenschaftliche Untersuchungen an Bord bereitstellen. **Dieser Bedarf an Trajektoriendaten muss vor Beginn des Reiseabschnittes der Bordwetterwarte mitgeteilt werden.**

Mit Hilfe von Trajektoriendaten lässt sich der Weg von Luftpartikeln in verschiedenen Höhengschichten (Boden bis zu einer Druckfläche von 50 hPa) innerhalb eines Zeitraumes von bis zu 108 Stunden vor ihrem Eintreffen bei der Schiffposition zurückverfolgen. Sie können daher von luftchemischen Arbeitsgruppen als Referenzwerte für Untersuchungen der Herkunft und der weiteren Verfrachtung von zum Beispiel Luftverunreinigungen verwendet werden.

Aktuelle Trajektoriendaten werden in der Bordwetterwarte als fertig bearbeitete Kartenplots (Abbildung unten) oder als Rohdatenfiles bereitgestellt.



Beispiel für eine rückwärts gerechnete Trajektorie auf Bodenniveau.

Abkürzungen von Organisationen

| | |
|----------|---|
| DWD | Deutscher Wetterdienst |
| ECMWF | European Centre for Medium Range Weather Forecasts |
| EUMETSAT | European Meteorological Satellite Organization |
| EZMW | Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen |
| GTS | Global Telecommunication System (WWW/WMO) |
| GOS | Global Observing System (WWW/WMO) |
| NOAA | National Oceanic and Atmospheric Administration (USA) |
| WMO | World Meteorological Organization |
| WWW | World Weather Watch (WMO) |

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffverkehrsberatung
Bordwetterdienst
Bernhard-Nocht-Straße 76
20359 Hamburg

Telefon: 040/6690-1919

Telefax: 040/6690-1945

E-Mail: seeschiffahrt@dwd.de

Antennenanordnung

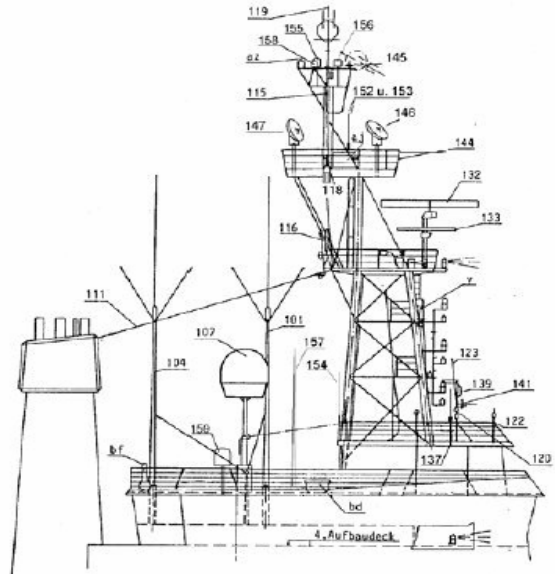


Foto 5-1 Mast von steuerbord vorne gesehen

| | | | |
|-----|----|--|----------------------|
| 101 | a | Antenne 1 Mittelwellensender | STA 150 C-HF/MF |
| 104 | b | GMDSS MF/HF Sendeantenne | STA 150 C-HF/MF |
| 107 | d | INMARSAT-B Reserveantenne | Nera |
| 111 | h | Empfangs-Antenne 3 | Draht |
| 115 | l | UKW-Antenne 1 Funkraum | K 55282 |
| 116 | m | UKW-Antenne 2 Funkraum | K 55282 |
| 118 | o | UKW-Flugfunk-Antenne | HK 012 |
| 119 | p | Funkpeil-Antennenkombination | FRA 830.10/A6241.1H4 |
| 120 | q | NAV-Aktiv-Antenne | STA 2,5 A NAV |
| 122 | s | DECCA-Aktiv-Antenne | STA 2,5 A NAV |
| 123 | t | LORAN-Antenne | Mod.M-75 |
| 132 | ad | Radar-Antenne S-Band | GR 3013 BZ |
| 133 | ae | Radar-Antenne X-Band | GR 3004 BZ |
| 137 | ah | OMEGA-Antenne | |
| 139 | at | LMK/UKW-Antenne | |
| 141 | au | TV-Richt-Antenne | KA 4 RW |
| 144 | bg | GPS / Glonass-Antenne | Ashtech |
| 145 | | ARGOS / Peilantenne | |
| 146 | | Wettersatelliten-Empfangsantenne 1 | |
| 147 | | Wettersatelliten-Empfangsantenne 2 | |
| 152 | | GMDSS Konsole / VHF-Antenne 1 | CX 4 |
| 153 | | GMDSS Brückenpult / VHF-Antenne 2 | CX 4 |
| 154 | | GMDSS Brückenpult / RX-DSC | CX 4 |
| 155 | | GMDSS Konsole / INMARSAT-C | STR 1500 C |
| 156 | | DGPS Trimble NT 200D | |
| 157 | | GMDSS MF/HF DSC - RX 1 | STA 50R |
| 158 | | Omnidirektionale DGPS-INMARSAT Antenne | |
| 159 | | INMARSAT Worldfone Antenne | |
| | aj | Sichtweitenmessgerät | AEG |
| | az | Strahlungssensor UV | |
| | bd | Funkbatterie | |
| | bf | SA-EPIRB | |
| | v | Radar-Antwortbake | |