

EXTRACT FROM "ANNALS OF METEOROLOGY" BOOK 10-12, 1951

Water temperature measurements on deck and in the engine room

by Hans-Ulrich R o l l i, Hamburg

DK 551.508.27 : 551.526.6

Summary: Please see English translation in original

Some time ago, WAHL (1) published results - in this journal and under the same title - of comparative measurements of the water temperature on deck and in the engine room which were obtained on a fishing trip in a German fishing steamer. Following the introduction of an MANWD on-board meteorological station on the new fishery patrol craft "Meerkatze" in May 1950, renewed attention was brought to this question of importance to the work of the maritime meteorological observatory. Since the results obtained in the process differ on various points from those of WAHL's, they are reported in brief as follows:

I. Observation method

The water temperature on deck T_{WD} was measured (as by WAHL) using a rubber-padded water scoop with built-in thermometer, a device known as a "sea bucket" in the German maritime met office. The measurement point was at bridge height and therefore not affected by the outflow of the cooling water etc.

The water temperature in the ^{engine} machine room T_{WR} was not - contrary to WAHL - measured in a free water jet coming from a tap at the cooling water feed connection; in order to avoid the associated measurement errors a special but simple device was fitted instead. Going from the sea water tank (sea cock) under ^{engine room} the floor boards a copper pipe was laid roughly 1.5 m long carrying a constant flow of fresh sea water and ending in an overflow tank. A water thermometer - washed with fresh sea water and graduated in $1/5^{\circ}\text{C}$ - was located in this tank at a comfortable reading height. The water washed over it flowed into the bilges. With this arrangement, errors on account of the thermometer not adjusting correctly to the water temperature were prevented and, in addition, the environmentally induced temperature increase as the water flowed through the 1.5 m long pipe was relatively small, as we shall see. The water measured in the engine room came from a depth of approx. 4.5 m.

II. Comparison of measurement results

Comparative measurements are carried out constantly on the fishery patrol craft "Meerkatze" in the North Sea and Norwegian Sea in the manner described. The results from the months June - October 1950 (410 values) are shown in fig. 1, without any special identification of the measurement ^{observed} ~~plotted~~ points several times. A systematic deviation - e.g. a consistent increase in the water temperature measured in the engine room in comparison

with that measured on deck - cannot be established from this chart; instead there is an obvious accumulation of values along the medians. There is only a slight assymetry produced from the fact that the greater deviations tend to be predominantly towards higher water temperature values in the engine.

*See original for charts and
end of translation for captions*

III. Frequency distribution of deck - engine temperature differences

This result can also be established roughly from the distribution of percentage frequencies of the individual $T_{WD} - T_{WM}$ differences shown in fig. 2. The apex of the distribution curve is close to zero difference. Since the higher negative differences occur somewhat more frequently than the positive ones, the median value of the distribution is to be found between 0 and -0.1 and the arithmetic average of all differences is calculated at -0.07°C. So whilst as far as WAHL was concerned, the distribution function displayed a significant inclination with a mean value between -0.2 and -0.3 - a fact that WAHL rightly blamed on measurements too high in the engine - we have a nearly symmetrical distribution curve around zero. We can therefore conclude from this that the measuring method we used has significantly reduced WAHL's temperature increases in the engine room.

73.5% of all comparative values deviate from one another by a maximum of 0.3°C. This in itself is a remarkable result when one considers how large the fluctuations in the water temperature can be. Nevertheless, we do not wish to satisfy ourselves with this summary result but rather try to investigate the cause of the obviously real negative and positive $T_{WD} - T_{WM}$ differences which determine the extent of the distribution function.

IV. Influence of wind speed and air-water temperature difference

WAHL has already discussed the indirect influence of wind on the deck - engine water temperature difference which with rising wind force and rougher seas results in a mixing of the upper water levels and therefore an adjustment of the two temperatures. Whilst with little or no wind in Summer a warm surface layer is formed and maintained ($T_{WD} - T_{WM}$ positive), when the wind force rises and there is greater mixing than $T_{WD} - T_{WM}$ approaches zero. WAHL also managed to calculate this effect - after applying a certain correction made necessary by the temperature increase in the engine room - up to about wind force 4. For greater wind forces there were deviations which WAHL left out of consideration on account of the lack of adequate figures in this area.

Taking the mean of the deck-engine water temperature differences obtained on the "Meerkatze" for the various wind forces, produces the results shown in figs. 3 and 4. In fig. 3 all values for the $T_{WD} - T_{WM}$ difference have been combined, whilst in fig. 4 they have been split up into three different ranges of air-water temperature difference. If we first look at fig. 3 ~~and~~ ~~these are~~ (the uncorrected values), we can see that as anticipated for slight winds $T_{WD} - T_{WM}$ is positive which would imply a warm water layer on the surface. There can however be no question of this difference asymptotically approaching zero as the wind force increases. Firstly the difference $T_{WD} - T_{WM}$ becomes negative at about 2 Beaufort, ~~it~~ ~~order~~ to rise then to low positive values at 3-4 Beaufort and finally sink again as wind forces increase. This result is quite remarkable. Obviously these are not coincidental fluctuations since the split made in fig 4 according to the air-water temperature differences which produces three almost identically ^{skipped} ~~plotted~~ sub-collectives results in the same course being followed in each of these three cases as the overall mean curve. There is always a minimum at 2 Beaufort and maximum at 3-4 Beaufort. For the rest, the differences between the three ranges of air-water temperature difference permit no simple explanation.

V. Significance of measured results

If we now look around us for an explanation for this unexpected result, we soon realize that the cause of the negative deck-engine water temperature differences throughout with greater wind forces can in no way be temperature increases in the engine room, because why should they only become effective with high wind speeds? Even real temperature differences between the surface and 4.5 m depth are out of the question here.

The long years of water temperature measurements in the case of Horns Riff (3) reveal practically isothermal conditions for June to October with the mean taken from the surface to a depth of 5 m. Furthermore, it is not to be assumed that even if the prerequisites for the formation of a distinct temperature layering should on occasions be fulfilled, this occurs primarily where there are high wind forces and the associated mixing of the upper water layers. All that remains therefore is to doubt the reliability of water temperature measurement on deck. And it is here in fact that the cause of the negative deck - engine water temperature differences in the presence of high wind forces lies. The "sea bucket" used only holds a water specimen of approx. 600 cm³. On account of the small volume of water the error caused by heat exchange and evaporation after lifting the bucket out of the water is ^{*} quite considerable, as observed also by ASHFORD (2). In order to obtain reliable correction values, a thorough investigation has been conducted using a wind tunnel to check the ~~time-related~~ ^{over time} changes in the bucket temperature in relation to the wind speed and the air-water temperature difference. The results obtained are reported separately

(pg. 480 of this publication). Reported here are just the changes (fig. 5) which the thermometer in the "sea bucket" shows within a minute of lifting out of the water in relation to wind speed and air-water temperature difference and which can in storm conditions and in the presence of large negative air-water temperature differences reach -1.7°C.

*Please see original
and end of translation*

The subsequent application of these wind tunnel results to the water temperature measurements on deck is somewhat problematic since firstly the time between lifting out of the water and the reading and secondly the wind speed affecting the "sea bucket" are not individually known. Even if the attempt is made - somewhat awkwardly - to determine the apparent wind speed, it is still impossible to establish the cases in which wind protection was sought for the reading. Subsequent correction of the individual measurements does not therefore seem possible. If we content ourselves with an approximate improvement of the mean values, then it should probably suffice to take one minute as the time interval between lifting the bucket out of the water and reading, and take into account the real wind speed.

The corrections calculated under these assumptions have been applied to the curve in fig. 3. The corrected course now shows fluctuation around the zero difference for average and high wind speeds. This result is satisfactory. However what still remains unclear is the remarkable minimum $T_{WD} - T_{WM}$ difference, which is constantly recurring in the individual curves of fig. 4 and would therefore appear to be real, ^{at} ~~in~~ a wind force of 2 Beaufort. Is this a case of ~~condensation~~ ^{evaporative} cooling, which is attributable to a flat water surface and disappears again with wind forces of 3 Beaufort and more on account of the mixing caused by the waves? In such a case it would nevertheless be difficult to imagine that the "sea bucket" could be able to scoop up such a certainly very flat surface layer. This question still requires some final clarification.

VI. Conclusions

For the rest the following can be established: Water temperature measurements in the engine room with wind forces between 1 and 8 Beaufort deviate on average by a maximum of 0.12°C from the water temperature measurements on deck as long as any inherent falsifications through heat exchange and ~~condensation~~ ^{evaporation} have been eliminated by suitable bucket construction or corrections to the measurements. If the water temperatures on deck - as is customary at present on German ships - are measured with the sea bucket and not corrected, then it is quite likely that these measurements will be too low with high wind speeds, and consequently the water temperature measurements in the engine are more reliable than those measured on deck, provided that the same method is used here as on the "Meerkatze". If we also keep in mind the difficulties and risks known to be associated with water temperature measurement on the decks of small craft in storm conditions, then it might seem a good idea to abandon traditional water temperature measurement conducted by taking a water sample with all the associated shortcomings at least on small craft with a small draught and change to water temperature measurement in the engine room. Like the measurements on the "Meerkatze", if correctly applied this method would hardly reveal any deterioration in the measurements in relation to the previous method, but would result rather in their improvement ~~at~~ ^{at} high wind forces and, what is more, some simplification. However this requires some small extra fittings and the water thermometer being properly read by the engine room personnel.

Though this method might seem attractive it should not be overlooked that by changing to water temperature measurement in the engine there would be no more calculation of the meteorologically significant factor of exact water surface temperature, the definition of which with the previously used bucket method was also unsatisfactory. Moreover it is uncertain whether the conditions encountered on previous voyages of the "Meerkatze" - in particular with respect to the temperature layering in the water - are generally applicable. (See remarks at end of work.) Finally the answer to the both difficult and important question whether the water temperature measurement would be better conducted on deck or in the engine must depend on the result of further comparative measurements and more thorough ~~tests~~ ^{studies} of the vertical temperature distribution in the upper 10 meters of the sea.

The Captain of the fishery patrol craft "Meerkatze", Herr BOTTCHER, and the entire crew, particular Chief Engineer, Herr WEBER and the Assistant Engineer, Herr SCHALLER, are thanked for their cooperation and assistance in the measurements.

Note:

In continuing the comparative measurements on "Meerkatze" in the Winter of 1950/51 primarily in the seas around the Lofoten Islands the negative deck-engine deviations predominate. If we consider the previous comparative measurements in their entirety, we can see an annual movement in the monthly average deck-engine water temperature difference with a Summer maximum (+0.1) and a Winter minimum (-0.8) which might be considered to be the effect of the temperature layering in the upper 5 m of the sea. Relevant reports will be prepared once sufficient material is available.

Bibliography:

- (1) E. Wahl Water temperature measurements on deck and in the engine room.
Ann. Met. 1, 7, 1948.
- (2) O. M. Ashford A new bucket for measurement of sea surface temperature.
Quart. Journ. 74, 99, 1948.
- (3) J. Richter Relationships between wind force and water temperature.
Ann. Met. 4, 435, 1951

MANWD, Hamburg

ILLUSTRATIONS

Page 440:

Water
temperature
 T_{WM} in the
engine room

Fig. 1
Comparison of water
temperature measurements on
deck and in the engine room
On-board met station, F.P.C. "Meerkatze"
June - October 1950
410 comparative values

Water temperature T_{WD} on deck

Fig. 2

Frequency distribution of
water temperature differences
deck - engine
 $T_{WD} - T_{WM}$
"Meerkatze"
June-Oct 1950

Page 441:

uncorrected values (410)
after correction of T_{WD}

Wind force in Beaufort

Fig. 3 Average water temperature difference
Deck - engine
 $T_{WD} - T_{WM}$
as a function of wind force

Page 441 contd:

.....(no. of cases)

Wind force in Beaufort

Fig. 4 Average water temperature difference
Deck - engine
 $T_{WD} - T_{WM}$
as a function of wind force
for various air water temp.differences ΔT

Page 442:

Wind speed

Fig. 5 Temperature change in sea bucket (δTw)
during the first minute after scooping as a
function of wind speed and for different air-
water temperature differences (ΔT)
(Wind tunnel measurements)

ROLL, H.U.
(Water temperature measurement from
deck and engine room)
Hamburg, Met. Amt Nordwestdeutschland,
Annalen der Met., 4, 1951, H. 10-12, pp. 437-443.

M.O. Transl. No. 1660

439

Wassertemperaturmessungen an Deck und im Maschinenraum

von Hans-Ulrich R o l l, Hamburg

DK 551.508.27 : 551.526.6

Zusammenfassung: Bei 410 Vergleichsmessungen der Wassertemperatur an Deck und im Maschinenraum, ausgeführt in Nordsee und Nordmeer vom Juni bis Oktober 1950, erreichen die Unterschiede zwischen beiden Methoden in 73,5% aller Fälle höchstens $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Hierbei wurden systematische Verfälschungen der Messungen im Maschinenraum durch geeignete Meßmethoden vermieden. Die bei Windstärken über 4 Beaufort auftretenden negativen Differenzen Deck - Maschine können auf Fehler der Wassertemperaturmessung an Deck infolge Wärmeaustausch und Verdunstung zurückgeführt werden. Windkanaluntersuchungen liefern hierfür Korrekturwerte, die die mittleren Abweichungen Deck - Maschine auf maximal $\pm 0,12^{\circ}\text{C}$ herabdrücken.

Summary: Of 410 comparative measurements of water temperature made on deck and in the engine room, in the area of the North Sea and the Norwegian Sea from June to October 1950, the differences between both methods, in 73,5% of all cases, were less than $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Systematic adulteration of the measurements in the engine room was avoided by suitable measuring methods. The negative differences between deck and engine occurring on wind forces of more than 4 Beaufort may be due to incorrect water temperature measurements on deck in consequence of heat exchange and evaporation. By means of wind tunnel investigations, corrections are deduced which reduce the average deviations (deck - engine) to less than $\pm 0,12^{\circ}\text{C}$.

Unter dem gleichen Titel hat WAHL (1) vor einiger Zeit in dieser Zeitschrift Ergebnisse von Vergleichsmessungen der Wassertemperatur an Deck und im Maschinenraum veröffentlicht, die auf einer Fangreise eines deutschen Fischdampfers gewonnen wurden. Nach Indienststellung einer Bordwetterwarte des MANWD auf dem neuen Fischereischutzboot „Meerkatze“ im Mai 1950 ist dieser für die Praxis des maritimen Wetterbeobachtungsdienstes wichtigen Frage erneut Aufmerksamkeit zugewendet worden. Da die hierbei erzielten Ergebnisse von denen WAHLS in einigen bemerkenswerten Punkten abweichen, seien sie im folgenden kurz mitgeteilt.

I. Beobachtungsmethodik

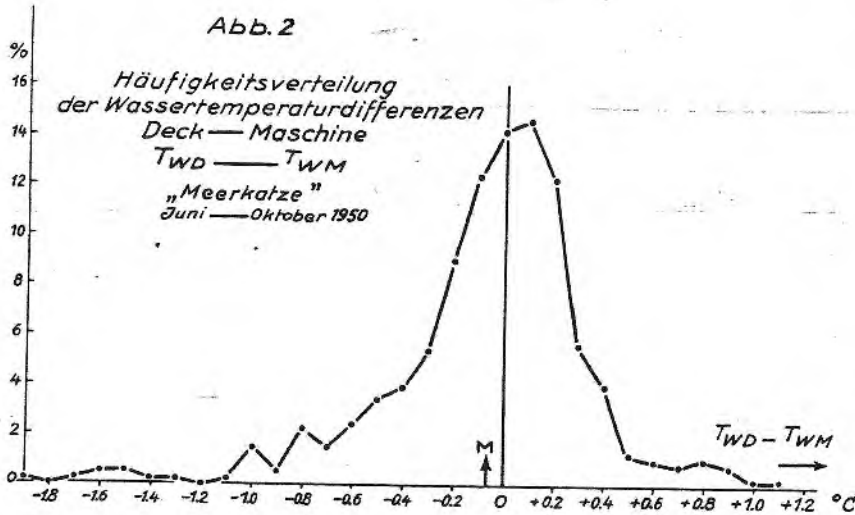
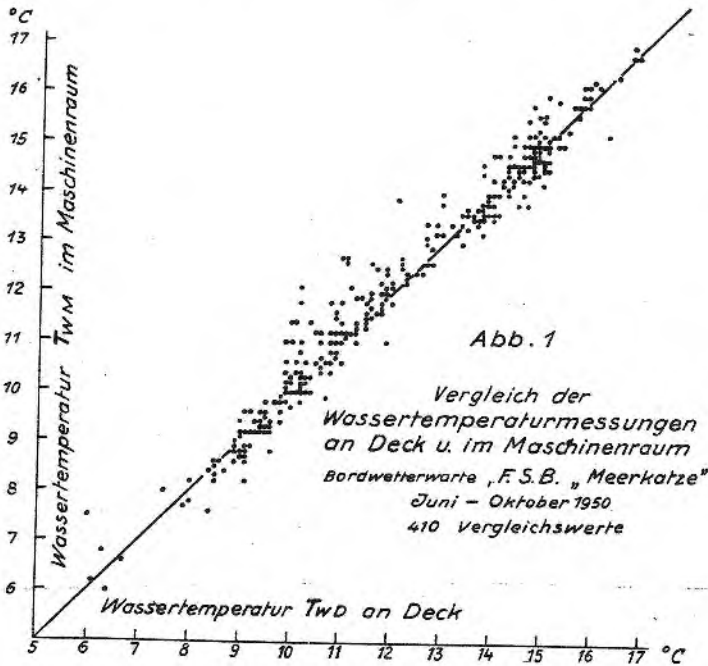
Die Wassertemperatur an Deck T_{WD} wurde (wie bei WAHL) unter Verwendung eines gummi-gepolsterten Wasserschöpfers mit einem eingebauten Thermometer gemessen, eines Gerätes, das im deutschen maritim-meteorologischen Dienst unter dem Namen „Marineputz“ bekannt ist. Die Meßstelle lag in Höhe der Brücke und wurde daher durch den Austritt des Kühlwassers usw. nicht gestört.

Die Wassertemperatur im Maschinenraum T_{WM} wurde - im Gegensatz zu WAHL - nicht in einem freien, von einem Hahn am Kühlwassereinlaufstutzen ausgehenden Wasserstrahl gemessen, sondern es wurde zur Vermeidung der damit verbundenen Meßfehler ein spezieller aber einfacher Einbau vorgenommen. Ausgehend vom Seewasserkasten (Seeventil) unter den Flurplatten im Maschinenraum wurde ein etwa 1,5 m langes Kupferrohr verlegt, das ständig von frischem Seewasser durchströmt war und in einem Überlaufgefäß endigte. In diesem Gefäß befand sich - umspült von frischem Seewasser - in bequemer Ableshöhe ein 45°C geteiltes Wasserthermometer. Das überlaufende Wasser floß in die Bilge ab. Fehler durch mangelnde Angleichung des Thermometers an die Wassertemperatur fielen bei dieser Anordnung fort, auch war die raumbedingte Temperaturerhöhung beim Durchströmen der 1,5 m langen Rohrleitung verhältnismäßig gering, wie wir sehen werden. Das im Maschinenraum gemessene Wasser entstammte einer Tiefe von etwa 4,5 m.

II. Gegenüberstellung der Meßergebnisse

In der geschilderten Weise werden auf dem Fischereischutzboot „Meerkatze“ in Nordsee und Nordmeer laufend Vergleichsmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse aus den Monaten Juni - Oktober 1950 (410 Werte) sind in Abb. 1 dargestellt, wobei die mehrfach besetzten Meßpunkte nicht besonders gekennzeichnet wurden. Eine systematische Abweichung, etwa eine gleichmäßige Erhöhung der im Maschinenraum gemessenen Wassertemperatur gegenüber der an Deck gemessenen, läßt sich in dieser Darstellung nicht feststellen, vielmehr häu-

fen sich die Werte eindeutig entlang der Winkelhalbierenden. Eine leichte Unsymmetrie ergibt sich lediglich dadurch, daß die größeren Abweichungen bevorzugt im Sinne höherer



methode die bei WAHL vorhandenen Temperaturerhöhungen im Maschinenraum wesentlich vermindert hat.

73,5% aller Vergleichswerte weichen um höchstens 0,3°C voneinander ab. Dies ist an sich ein ganz bemerkenswertes Resultat, wenn man bedenkt, wie groß die Schwankungen der Wassertemperatur sein können. Wir wollen indessen uns nicht mit diesem summarischen Ergebnis zufriedengeben, sondern versuchen, der Ursache der offenbar reellen negativen und positiven Differenzen $T_{WD} - T_{WM}$ nachzugehen, die die Breite der Verteilungsfunktion bestimmen.

Wassertemperaturwerte in der Maschine liegen.

III. Häufigkeitsverteilung der Temperaturdifferenzen Deck - Maschine

Dieses Ergebnis kann man auch im großen und ganzen aus der in Abb.2 wiedergegebenen Verteilung der prozentualen Häufigkeiten der einzelnen Differenzen $T_{WD} - T_{WM}$ entnehmen. Der Scheitel der Verteilungskurve liegt nahe bei der Differenz Null. Da die höheren negativen Differenzen etwas häufiger sind als die positiven, ist der Medianwert der Verteilung zwischen 0 und -0,1 zu suchen und auch das arithmetische Mittel aller Differenzen ergibt sich zu -0,07°C. Während also die Verteilungs-

funktion bei WAHL eine deutliche Schiefe mit einem Medianwert zwischen -0,2 und -0,3 aufweist - eine Tatsache, die WAHL mit Recht auf zu hohe Messungen in der Maschine zurückführt - erhalten wir eine nahezu symmetrische Verteilungskurve um Null. Wir können daraus schließen, daß die von uns angewandte Meß-

IV. Einf

Bereits WAH peraturen Deck Seegang eine D beiden Tempera sich im Sommer bei wachsender lang es auch, höhung im Mascl Für größere Wi zahlenmäßig un

Mittelt man Wassertemperat für die versch man zu den Abb. Werte der Diffe sie in Abb.4 in des Temperatur gespalten wurde Abb.3 (und zwar stellen wir fest für schwache Wi warme Wassersch würde. Von eine dieser Differer stärke kann ind nächst wird die Beaufort negati auf geringe pos schließlich für zusinken. Diese Offenbar handel lige Schwankung mene Aufspaltun schieden Luft-W gleich besetzte gibt in jedem d Verlauf wie bei Stets liegt ein Maximum bei 3-4 die Unterschied der Temperatur d fache Auslegung

V. Deutung

Wenn wir uns für dieses unerv gelangen wir ba als Ursache für größeren Windstä nen, denn warum echte Temperatur Bereich wohl aus

IV. Einfluß von Windgeschwindigkeit und Temperaturunterschied Luft-Wasser

Bereits WAHL hat den mittelbaren Einfluß des Windes auf die Differenz der Wassertemperaturen Deck - Maschine diskutiert, der bei zunehmender Windstärke und wachsendem Seegang eine Durchmischung der oberen Wasserschichten und daher eine Angleichung der beiden Temperaturen zur Folge hat. Während bei Windstille oder sehr schwachen Winden sich im Sommer eine warme Oberflächenschicht ausbildet und hält ($T_{WD} - T_{WM}$ positiv), geht bei wachsender Windstärke und zunehmender Durchmischung $T_{WD} - T_{WM}$ gegen Null. WAHL gelang es auch, diesen Effekt - nach Anbringung einer gewissen, durch die Temperaturerhöhung im Maschinenraum bedingten Korrektur - bis etwa Windstärke 4 herauszuarbeiten. Für größere Windstärken ergaben sich Abweichungen, die WAHL wegen des in diesem Bereich zahlenmäßig unzureichenden Materials unberücksichtigt ließ.

Mittelt man die auf „Meerkatze“ gewonnenen Wassertemperaturdifferenzen Deck - Maschine für die verschiedenen Windstärken, so gelangt man zu den Abb. 3 und 4. In Abb.3 sind alle Werte der Differenz $T_{WD} - T_{WM}$ vereinigt, während sie in Abb.4 in drei verschiedene Bereiche des Temperaturunterschiedes Luft-Wasser aufgespalten wurden. Betrachten wir zunächst Abb.3 (und zwar die unkorrigierten Werte), so stellen wir fest, daß erwartungsgemäß $T_{WD} - T_{WM}$ für schwache Winde positiv ist, was für eine warme Wasserschicht an der Oberfläche sprechen würde. Von einer asymptotischen Annäherung dieser Differenz an Null bei zunehmender Windstärke kann indessen nicht die Rede sein. Zunächst wird die Differenz $T_{WD} - T_{WM}$ bei etwa 2 Beaufort negativ, um dann bei 3-4 Beaufort auf geringe positive Werte anzusteigen und schließlich für größere Windstärken erneut abzusinken. Dieses Ergebnis ist sehr merkwürdig. Offenbar handelt es sich dabei nicht um zufällige Schwankungen, denn die in Abb.4 vorgenommene Aufspaltung nach den Temperaturunterschieden Luft-Wasser, die drei annähernd gleich besetzte Unterkollektive erzeugt, ergibt in jedem dieser drei Fälle den gleichen Verlauf wie bei der Kurve der Gesamtmittel. Stets liegt ein Minimum bei 2 Beaufort und ein Maximum bei 3-4 Beaufort. Im übrigen lassen die Unterschiede zwischen den drei Bereichen der Temperaturdifferenz Luft-Wasser keine einfache Auslegung zu.

V. Deutung der Meßergebnisse

Wenn wir uns nun nach einer Erklärung für dieses unerwartete Ergebnis umsehen, so gelangen wir bald zu der Überzeugung, daß als Ursache für die durchweg negativen Wassertemperaturdifferenzen Deck - Maschine bei größeren Windstärken Temperaturerhöhungen im Maschinenraum nicht in Frage kommen können, denn warum sollten diese nur bei großen Windgeschwindigkeiten wirksam werden? Auch echte Temperaturunterschiede zwischen der Oberfläche und 4,5 m Tiefe scheiden in diesem Bereich wohl aus. Die langjährigen Messungen der Wassertemperatur bei Horns Riff (3)

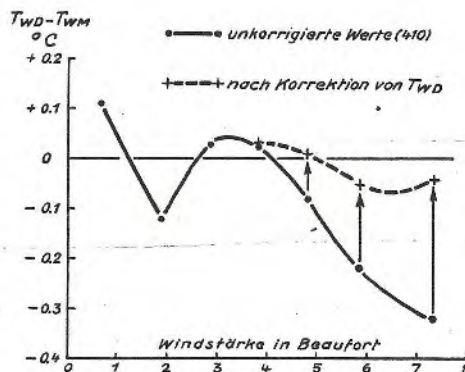


Abb. 3
Mittlere Wassertemperaturdifferenz Deck - Maschine $T_{WD} - T_{WM}$ als Funktion der Windstärke

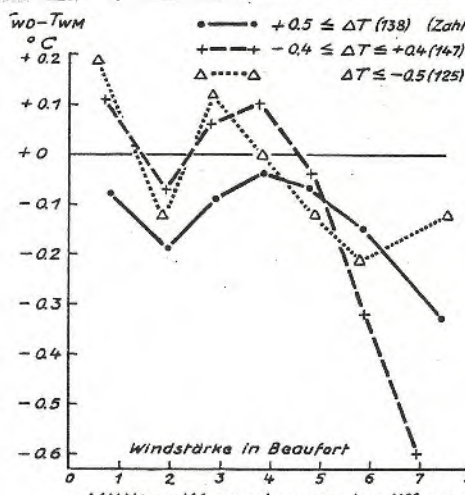


Abb. 4
Mittlere Wassertemperaturdifferenz Deck - Maschine $T_{WD} - T_{WM}$ als Funktion d. Windstärke für verschiedene Temperaturdifferenzen Luft-Wasser ΔT

AR WARNER

zeigen für Juni bis Oktober gemittelt von der Oberfläche bis 5 m Tiefe praktisch Isothermie. Ferner ist nicht anzunehmen, daß selbst, wenn gelegentlich die Vorbedingungen zur Ausbildung einer ausgeprägten Temperaturschichtung erfüllt sein sollten, diese bevorzugt bei großen Windstärken und der damit verbundenen Durchmischung der obersten Wasserschichten auftritt. Es bleibt also nur übrig, an der Zuverlässigkeit der Wassertemperaturmessung an Deck zu zweifeln. Und hier liegt in der Tat die Ursache für die negativen Wassertemperaturdifferenzen Deck - Maschine bei großen Windstärken. Die verwendete „Marinepütz“ enthält nur eine Wasserprobe von etwa 600 cm^3 . Wegen des geringen Wasservolumens ist der durch Wärmeaustausch und Verdunstung nach dem Herausheben des Schöpfers aus dem Wasser bedingte Fehler trotz Gummiisolierung recht erheblich, wie auch ASHFORD (2) bemerkt. Um zu brauchbaren Korrektionswerten zu gelangen, wurden die zeitlichen Änderungen der Pütztemperatur in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und dem Temperaturunterschied Luft-Wasser im Windkanal eingehend untersucht. Über die

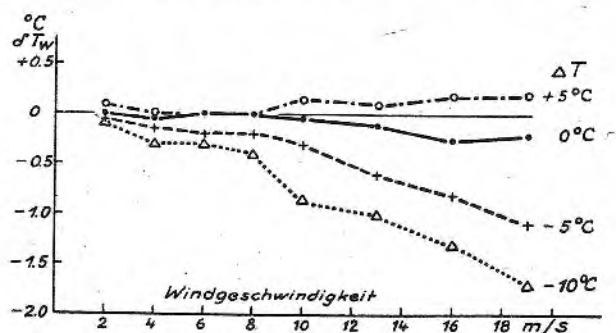


Abb.5 Temperaturänderung der Marinepütz (ΔT_W) während der 1. Minute nach dem Schöpfen als Funktion der Windgeschwindigkeit und für verschiedene Temperaturdifferenzen Luft-Wasser (ΔT) (Windkanalmessungen)

die Wassertemperaturmessungen an Deck ist verhältnismäßig problematisch, da einmal die Zeit zwischen dem Herausheben aus dem Wasser und der Ablesung, zum anderen die auf die „Marinepütz“ wirkende Windgeschwindigkeit im einzelnen nicht bekannt ist. Selbst wenn man hierfür in umständlicher Weise die scheinbare Windgeschwindigkeit ermittelt, bleiben immer noch die Fälle nicht faßbar, bei denen zur Ablesung Windschutz aufgesucht wurde. Eine nachträgliche Korrektion der Einzelmessungen erscheint daher nicht durchführbar. Begnügen wir uns mit einer überschläglichen Verbesserung der Mittelwerte, so dürfte es wahrscheinlich genügen, als Zeitspanne zwischen Herausheben des Schöpfers aus dem Wasser und Ablesung eine Minute anzusetzen und mit der wahren Windgeschwindigkeit zu rechnen.

Die unter diesen Annahmen berechneten Korrektionen wurden an der Kurve der Abb.3 angebracht. Der berichtigte Verlauf zeigt nun für mittlere und große Windgeschwindigkeiten ein Pendeln um die Differenz Null. Dieses Ergebnis befriedigt. Unklar bleibt jedoch das merkwürdige, auch in den Einzelkurven der Abb.4 stets wiederkehrende und daher anscheinend reelle Minimum der Differenz $T_{WD} - T_{WM}$ bei einer Windstärke von 2 Beaufort. Sollte es sich hierbei um eine Verdunstungsabkühlung handeln, die einer flachen Wasseroberflächenschicht zuteil wird, und die bei Windstärken von 3 Beaufort und mehr durch die wellenbedingte Durchmischung wieder verschwindet? In einem solchen Falle wäre es allerdings schwierig, sich vorzustellen, daß die „Marinepütz“ in der Lage sein sollte, eine solche sicher sehr flache Deckschicht abzuschöpfen. Diese Frage bedarf noch einer endgültigen Klärung.

erzielten Ergebnisse wird an anderer Stelle (S. 480 ds. Heftes) berichtet werden. Hier seien nur die Änderungen mitgeteilt, (Abb.5), die das Thermometer in der „Marinepütz“ innerhalb einer Minute nach dem Herausheben aus dem Wasser in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Temperaturunterschied Luft-Wasser anzeigt, und die bei Sturm und großen negativen Temperaturdifferenzen Luft-Wasser $-1,7^\circ\text{C}$ erreichen können.

Die nachträgliche Anwendung dieser Windkanalergebnisse auf

Im übrigen k
weichen bei Win
den Wassertempe
gen durch Wärme
oder durch Anbr
sertemperaturen
pütz gemessen u
sungen bei groß
peraturmessunge
gesetzt, daß hi
Wenn wir uns au
Wassertempertu
sind, so liegt
nahme einer Was
zeugen mit geri
nenraum überzug
weisen, bei ric
der bisherigen
dies eine Verei
Einbauten vorge
nenpersonal sac

So verlocken
werden, daß mit
lung der meteor
Feststellung üb
lang, nunmehr
herigen Fahrten
peraturschichtu
der Arbeit.) Let
gen Frage, ob d
zunehmen sei, v
chungen über di
abhängen.

Dem Kapitän
ten Besatzung,
Herrn SCHALLER,

Anmerkung:

Bei der Fort
allem im Seegeb
Betrachten wir
sich ein jährlic
mit einem sommer
wirkung der Temp
über wird nach

Literatur:

- (1) E. Wahl, V
- (2) O.M. Ashford,
- (3) J. Richter, Z

Meteorolog.

VI. Folgerungen

Im übrigen kann festgestellt werden: Die Wassertemperaturmessungen im Maschinenraum weichen bei Windstärken zwischen 1 und 8 Beaufort im Mittel um höchstens $0,12^{\circ}\text{C}$ von den Wassertemperaturmessungen an Deck ab, sofern bei diesen die möglichen Verfälschungen durch Wärmeaustausch und Verdunstung durch zweckmäßige Konstruktion des Schöpfers oder durch Anbringung von Korrekturen an den Messungen eliminiert sind. Werden die Wassertemperaturen an Deck - wie zur Zeit auf deutschen Schiffen üblich - mit der Marinepütz gemessen und nicht korrigiert, so ist es durchaus wahrscheinlich, daß diese Messungen bei großen Windgeschwindigkeiten zu niedrig ausfallen, und somit die Wassertemperaturmessungen in der Maschine zuverlässiger sind als die an Deck gemessenen, vorausgesetzt, daß hierbei die gleiche Methode wie auf der „Meerkatze“ zur Anwendung gelangt. Wenn wir uns außerdem die Schwierigkeiten und Gefahren vor Augen halten, die mit einer Wassertemperaturmessung an Deck von kleinen Schiffen bei Sturm bekanntermaßen verbunden sind, so liegt der Gedanke nahe, die traditionelle Wassertemperaturmessung durch Entnahme einer Wasserprobe mit allen dadurch bedingten Mängeln zumindest auf kleinen Fahrzeugen mit geringem Tiefgang aufzugeben und dort zur Wassertemperaturmessung im Maschinenraum überzugehen. Dieses Verfahren würde, wie die Messungen auf der „Meerkatze“ beweisen, bei richtiger Anwendung wohl kaum eine Verschlechterung der Messungen gegenüber der bisherigen Methode, vielmehr bei großen Windstärken eher ihre Verbesserung und überdies eine Vereinfachung zur Folge haben. Allerdings ist hierzu erforderlich, daß geringe Einbauten vorgenommen werden und die Ablesung des Wasserthermometers durch das Maschinenpersonal sachgemäß erfolgt.

So verlockend dieser Weg auch erscheinen mag, so darf doch dabei nicht übersehen werden, daß mit dem Übergang zur Wassertemperaturmessung in der Maschine auf die Ermittlung der meteorologisch wichtigen Größe der exakten Wasseroberflächentemperatur, deren Feststellung übrigens mit der bisher üblichen Pützenmethode auch nicht befriedigend gelang, nunmehr endgültig verzichtet würde. Ferner ist nicht sicher, ob die auf den bisherigen Fahrten der „Meerkatze“ angetroffenen Verhältnisse - insbesondere was die Temperaturschichtung im Wasser angeht - allgemein gültig sind. (Vgl. Anmerkung am Schluß der Arbeit.) Letztlich dürfte somit die Beantwortung der ebenso schwierigen wie wichtigen Frage, ob die Wassertemperaturmessung zweckmäßiger an Deck oder in der Maschine vorzunehmen sei, von dem Ergebnis weiterer Vergleichsmessungen sowie eingehender Untersuchungen über die vertikale Temperaturverteilung in den obersten 10 Metern des Meeres abhängen.

Dem Kapitän des Fischereischutzbootes „Meerkatze“, Herrn BÖTTCHER, sowie der gesamten Besatzung, insbesondere dem Leitenden Ingenieur, Herrn WEBER, und dem 2. Ingenieur, Herrn SCHALLER, gebührt Dank für das Entgegenkommen und die Hilfe bei den Messungen.

Anmerkung:

Bei der Fortführung der Vergleichsmessungen auf „Meerkatze“ im Winter 1950/51 vor allem im Seegebiet der Lofoten überwiegen die negativen Abweichungen Deck - Maschine. Betrachten wir die bisher vorliegenden Vergleichsmessungen in ihrer Gesamtheit, so zeigt sich ein jährlicher Gang der Monatsmittel der Wassertemperaturdifferenz Deck - Maschine mit einem sommerlichen Maximum ($+0,1$) und einem winterlichen Minimum ($-0,8$), der als Auswirkung der Temperaturschichtung in den obersten 5 m des Meeres anzusehen wäre. Hierüber wird nach Vorliegen ausreichenden Materials berichtet werden.

Literatur:

- (1) E.Wahl, Wassertemperaturmessungen an Deck und im Maschinenraum. Ann.Met. 1, 7, 1948.
- (2) O.M.Ashford, A new bucket for measurement of sea surface temperature. Quart. Journ. 74, 99, 1948.
- (3) J.Richter, Zusammenhang zwischen Windstärke und Wassertemperatur. Ann.Met. 4, 375, 1951

Meteorolog. Amt f. NW-Deutschland, Zentralamt, Hamburg.