

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

S. Fritz
Undersøgelse af
Vandbevægelsernes
Forhold til
Temperaturfordelingen
i Atlanterhavet

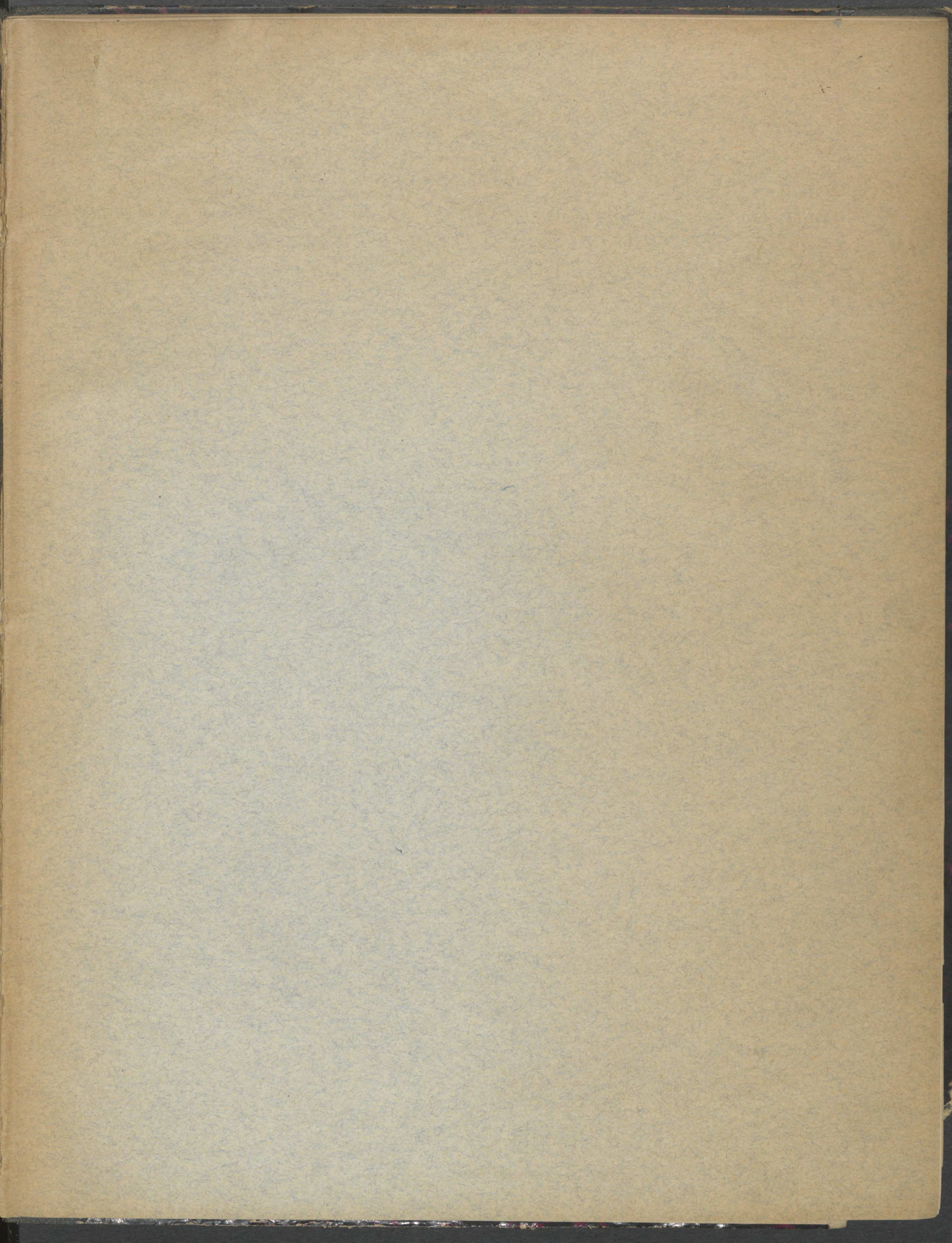
INDUSTRI-
FORENINGEN.

2839.

~~41~~

55146

55146



93-31

(A)

UNDERSØGELSE

AF

VANDBEVÆGELSERNES FORHOLD TIL TEMPERATURFORDELINGEN

I

ATLANTERHAVET.

AF

S. FRITZ,
INGENIØR.

MED 3 TAVLER.



KJØBENHAVN.

C. W. STINCK'S BOGHANDEL.

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO.

1886.

(A)

I Forhold til de herskende Vinde, som atter staae i Forhold til Middellufttrykkets Fordeling, falder det naturligt at betragte det atlantiske Ocean som bestaaende af to Dele, en nordlig Deel med fremherskende sydvestlige Vinde, og en sydlig Deel med de to Passatbelter og et mellemliggende stille Belte. Vilde man her for disse to Dele af Oceanet vælge Betegnelserne det nordlige og det sydlige Atlanterhav, falder Grændsen imellem dem ifølge Lufttrykkets Fordeling paa 30 à 40° n. Br., eller omtrent efter en Linie fra Florida over Bermudas og Azorerne til Gibraltarstrædet. Efter Passatbelternes Udstrækning vilde da det sydlige Atlanterhav omfatte den Deel af Oceanet, der falder imellem 30 à 40° nordl. og c. 30° sydl. Brede, eller Oceanet strækker sig paa Amerikas Side i Virkeligheden en Deel længere imod Syd, end der her forstaaes ved Betegnelsen det sydlige Atlanterhav. I Oceanet sønden for det atlantiske Ocean optræde nordvestlige Vinde ned imod den sydlige Polarkreds, svarende til de sydvestlige Vinde over det nordlige Atlanterhav. Det sydlige Atlanterhavs stille Belte falder i vore Vintermaaneder omtrent under Ækvator, i vore Sommermaaneder derimod lidt nordligere end Ækvator, og henimod dette Belte blæser paa nordre Side Nordostpassaten, og paa søndre Sydostpassaten.

Efter en af Zøppritz fremsat Theori¹⁾ virker Vinden paa Grund af Friktionen til Bevægelser i Oceanerne, og man kommer derved til en Anskuelse om kredsene Strømninger, idet enhver Deel af Vandmassen, der sættes i Bevægelse eller bortføres fra et Sted ved herskende Vindes Virkning, igjen maa erstattes der af en anden tilsvarende Masse. Naar Vindretningen er vedvarende, maa der da ogsaa opstaae vedvarende og afsluttede Kredsløbsbevægelser med horizontal Udstrækning, der, afhængigt af den bevægede Vandmasses Varmegrad og Saltholdighed, snart kun høre hjemme i Overfladen, snart ogsaa deelt iis foregaae i dybereliggende Vandlag i Oceanet.

For det nordlige Atlanterhav i Forbindelse med de nordligere liggende Farvande synes ifølge „Undersøgelse af nogle Hovedtræk for Vandbevægelser og Iisforhold i de nordpolare Farvande, Kjøbenhavn 1885,“ den foran nævnte Anskuelse at vise sig i god Overeensstemmelse med de Oplysninger, der foreligge saavel om Temperaturfordelingen i disse Farvande, som om de der forekommende Strømninger, medens samtidigt Iisgrændsens Beliggenhed og Iismassernes Bevægelser i Farvandene dels synes at afgive yderligere Beviser for, at Anskuelsen er rigtig, dels tillige at føre til nogle Resultater om Strømfastigheden, saavel i selve Kredsløbsbevægelsen som i tilhørende erstattende Vandbevægelser. Idet der, særligt fra „Challengers“ Maalinger, foreligger en Deel Oplysninger om Temperaturfordelingen i det atlantiske Ocean, turde det maaske da lede til Resultater af Interesse at undersøge, hvorvidt der lod sig paavise Afhængighed imellem denne Temperaturfordeling og de over Oceanet herskende Vinde.

I det sydlige Atlanterhav virke Nordost- og Sydostpassaten begge og samtidigt til Driftstrømme over imod Sydamerika, og da de have virket saaledes i Aarhundreder, maatte Driftstrømmene tillige ved Friktionen imellem Vandlagene have affødt dyberegaaende Bevægelser, der maaske i Tidernes Løb have antaget en uforanderlig Karakter. Det kan altsaa betragtes som givet og er tillige stemmende med

¹⁾ Zøppritz. Zur Theorie der Meeresströmungen. Annalen der Hydrographie 1878, S. 239, og 1879, S. 155.

Erfaringen, at Sydamerikas Kyst træffes af en mægtig Vandbevægelse, der som Følge af det stille Beltes Beliggenhed under eller norden for Æquator hovedsagelig sætter ind paa og langs med Nordostkysten af Landet ovenfor Cap Roque, medens en mindre Deel af Bevægelsen dog ogsaa træffer Landet nedenfor Cap Roque og da maatte virke til en Sidebevægelse ned langs Sydostkysten. Naar det stille Belte og Guinea Bugten undtages, er det over det udstrakte Farvand fra de canariske Øer ned til Afrikas sydligste Deel, og derfra tværs over Havet til Florida, Vestindien og Sydamerikas Kyster ned til ca. 15° sydl. Br., at Passaterne virke til en saadan Overfladebevægelse. Da Passaterne ere vedvarende, er Bevægelsen ogsaa vedvarende, eller fra hvert enkelt Punkt i det udstrakte Farvand bortføres der stadigt en vis Deel af Vandmassen. Der maa altsaa igjen tilføres hvert enkelt Punkt en anden dermed ligestor Masse, eller den vedvarende Overfladebevægelse maa fordre tilsvarende erstattende Vandbevægelser. Forsaaavdt det var den samme ved Overfladebevægelsen bortførte Vandmasse, der vendte tilbage for at fungere som erstattende, vilde man da komme til en Forestilling om to Kredsløbsbevægelser i det sydlige Atlanterhav, den ene nordligt og den anden sydligt for Cap Roque.

Foruden saaledes at virke til Bevægelser i Havet ved Friktionen, maatte Passaterne tillige faae nogen Betydning for Ligevægtsforholdene ved den stærke Fordampning, der ledsager dem. For det til denne Fordampning svarende Tab af Masse turde det sydlige Atlanterhav imidlertid igjen faae en maaske temmelig tilsvarende Erstatning ved Nedslaget i det stille Belte og over det caraibiske Hav, og ved Fastlandenes mægtige Floder, der for Sydamerikas Vedkommende særligt skyldte deres Vandmængde til Vanddampe fra Atlanterhavets Passatbelter, medens de for Afrikas Vedkommende tillige skyldte noget af Vandmængden til Vanddampe fra det indiske Ocean. Disse Forholds Betydning for Bevægelserne, saavel ved Variationer i Vandmængden som ved ledsagende Differentser i Saltholdighed og Vægtfylde, turde dog være saa ringe i Sammenligning med Friktionens Betydning, at de her i Almindelighed turde forbigaaes, ligesom de foreliggende Maalinger vel ogsaa vilde vise sig utilstrækkelige til i det Hele at forfølge disse Forhold i deres Virkninger.

Til Oversigt over Temperaturforholdene i det atlantiske Ocean er der i medfølgende 3 Tavler ved Fig. 1—7 viist Temperaturfordelingen i en Række Tværsnit med vest-østlig Udstrækning, og ved Fig. 8—10 i nogle Længdesnit med syd-nordlig Udstrækning, medens Beliggenheden af samtlige Snit er viist i Fig. 11. Samtlige Snit ere tegnede efter „Challengers“ Maalinger¹⁾ med Undtagelse af Fig. 1, der er tegnet dels efter Maalinger ved „Valorous“²⁾, dels efter Prof. Mohn: „Die norwegische Nordmeer-Expedition“³⁾. For at lette Oversigten er der i Snittene benyttet 6 Farver for at antyde Temperaturfordelingen, idet hver Farve svarer til en Temperatur indenfor visse Varmegrænser. For ethvert eensfarvet Belte er Temperaturen temmelig eensformigt aftagende fraoven nedad indenfor Beltets Grænser, forsaaavdt Afvigelser herfra ikke ere antydede ved særlige Linier, der angive Varmegraden. Idet Temperaturmaalingerne ikke ere samtidige, er der endeligt ved hver Figur tilføiet, hvornaar Maalingen er udført.

Vilde man da gaae over til at undersøge, hvorvidt den saaledes givne Temperaturfordeling maatte staae i Forhold til de store ved Passaterne fremkaldte Bevægelser i det sydlige Atlanterhav, blev der først at tage Hensyn til, hvad Betydning det maatte have, at Temperaturmaalingerne ikke alle ere samtidige eller fra samme Aarstid. Idet Overfladebevægelserne ligesom selve Passaterne ere vedvarende, og idet det da maatte antages, at de gennem Aarhundredernes Løb tilnærmelsesviis eller ganske havde naaet en uforanderlig Charakter i de større Dybder, hvor Virkningen af de Aarstidernes ledsagende Variationer i Overfladens Driftstrømme ikke har Tid nok til at gjøre sig gjældende, vilde Aarstidernes Indflydelse paa disse Bevægelser hovedsageligt indskrænke sig til mindre Forandringer i Vandmassens Varmegrad, maaske i Forbindelse med en periodisk Variation i Vandføringen, der dog kun vilde indtræde i den øverste eller Overfladen nærmeste Deel af Bevægelsen. En Forskjel i Aarstiden vilde derimod

¹⁾ The voyage of the „Challenger“. The Atlantic.

²⁾ Soundings of H. M. S. „Valorous“. Proceedings of The R. Geogr. Society, London 1876, p. 66.

³⁾ Petermanns Mittheilungen. 1880. Ergänzungsheft Nr. 63.

være uden Betydning for Bevægelsens Mægtighed eller Dybtgaaende ude i det frie Ocean, forudsat at Bevægelsen her naaer ned til et halvt Hundrede Favnes eller endnu større Dybde, hvad der, som det senere skal vises, synes at være Tilfældet.

Begge Passatbelters Overfladebevægelser begynde i omtrent 30 Bredegraders Afstand fra Ækvator, hvor Varmegraden i Havets Overflade er en Deel lavere end ved Ækvator eller ved det stille Belte, og der vil altsaa indgaae Masser af ulige Varmegrad i Bevægelserne. Ned til den Dybde, hvortil Overfladens Bølgebevægelse er virksom, vil der kunne ventes en eensformig Varmegrad i Massen, men under denne Dybde vilde Masserne ordne sig og bevæge sig i Forhold til deres Varmegrad og Vægtfylde, eller Varmegraden vilde aftage nedad i Forhold til de Massers Mængde og Varmegrad, der indgaae i Bevægelsen; kun hvor Differentser i Saltholdighed blive medvirkende, kunde der forekomme Afvigelser fra dette Forhold.

I Sydostpassatens Belte forekommer ifølge Temperaturmaalingen i August udfor Cap Roque (Fig. 4) en Temperatur af 20° i 40 à 50 Favnes Dybde, og en Temperatur af 15° i 60 à 70 Favnes Dybde. Ifølge de til Fig. 8 svarende Maalinger i Marts forekommer der sydligere i Beltet udfor Ascension og St. Helena, og tildeels ogsaa endnu sydligere, en Temperatur af 20° i 60 til 70 Favnes Dybde, og en Temperatur af 15° i omtrent 100 Favnes Dybde. Langs Sydamerikas Sydostkyst forekommer der ifølge Fig. 5 nærmest Kysten omtrent paa Rio Janeiros Høide og i Oktober en Temperatur af 20° i c. 50 Favnes Dybde, og en Temperatur af 15° nede i c. 150 Favnes Dybde, og ifølge Fig. 6 finde de samme Forhold Sted i Marts paa Høiden af La Plata Munden; Modsætningen imellem Aarstiderne synes her uden Betydning selv for Varmegraden i Overfladen, hvad der kunde hidrøre fra, at den bevægede Masse kommer fra Egne i Nærheden af Ækvator, men det bør dog bemærkes, at medens Fig. 6 støtter sig til Maalinger for hver 25 Favnes Dybde, støtter Fig. 5 sig kun til Maalinger for hver 100 Favnes Dybde. Udenfor Patagoniens Kyst, paa $42\frac{1}{2}^{\circ}$ sydl. Br., er derimod ifølge Fig. 7 Overfladens varme Vandmasse forsvunden.

Der viser sig endvidere i de her omhandlede Farvande almindeligt en temmelig betydelig Forskjel i Forholdet for Varmegradens Aftagen over og under Varmegrænsen 15° , og samtlige Forhold kunde saaledes synes at tyde paa, at den varme ved Sydostpassaten fremkaldte Overfladebevægelse omtrent maatte naae ned til denne Varmegrænde. At Dybden ved Ascension og St. Helena er større end ved Cap Roque kunde da være i Overeensstemmelse med, at Bevægelsen afgiver en Deel af sin Vandmængde ned langs Brasiliens Kyst, ligesom den forholdsviis store Dybde, hvortil det varme Vand naaer ned langs denne Kyst, kunde være en Virkning af den Modstand, Kysten frembyder imod Bevægelsen, idet Bevægelsen tvinges til at forandre sin Retning.

Med Undtagelse af den Vandmængde, der sætter ned langs Brasiliens Kyst, vil hele Sydostpassatens Overfladebevægelse fortsætte sig forbi Cap Roque langs Sydamerikas Nordostkyst, og ned imod denne Kyst sætter tillige Nordostpassatens Overfladebevægelse. Begge ville da i Forening sætte op imod Vestindien, hvor de møde en Hindring for Bevægelsens Fortsættelse langs Kysten ved de fra denne udgaaende smaa Antiller. Imellem disse Øer vil venteligt kun en mindre Deel af Bevægelsen finde Vei ind i det caraibiske Hav for senere at træde ud derfra igjennem Florida Strædet som den bekjendte Golfstrøm, vel forøget noget ved en Vandmængde, der af Nordostpassaten sættes ind igjennem Løbene imellem de store Antiller, medens Bevægelsen derimod i Hovedsagen maatte fortsætte sig udenom Vestindien og videre op imod Nordamerikas Østkyst.

Betragtes Temperaturfordelingen i Farvandet imellem Vestindien og de canariske Øer udfor nordre Ende af de smaa Antiller, eller i Snittet Fig. 3, viser det sig ogsaa, at der, uagtet Maalingen er foretagen i Marts, i den vestlige Halvdeel af Farvandet først træffes en Temperatur af 20° nede i 100 eller endog over 100 Favnes Dybde, og en Temperatur af 15° i omtrent 200 Favnes Dybde. Det varme Vand trænger altsaa her mere end dobbelt saa dybt ned som udfor Cap Roque, uagtet noget af det satte ind i det caraibiske Hav.

Idet Bevægelsen ifølge den Massen ved Passaterne meddelte Bevægelsesmængde fortsætter sig forbi Vestindien op imod Nordamerikas Kyst, hvor den ifølge Massens Varmegrad fremdeles maa holde sig øverst i Farvandet, tvinges den ved Kystens Form til at forandre sin Retning. Den sydostlige

Strøm op forbi Vestindien maa, idet den træder ind i det nordlige Atlanterhav, først gaae over til en sydlig og derefter til en sydvestlig og vestlig Strøm, der fra Kysten sætter ud over Havet. Udfør Florida Strædet virker Golfstrømmen med til Strømretningens Forandring, hvorved ogsaa saavel Rotationen som det nordlige Atlanterhavs sydvestlige og vestlige Vinde ere medvirkende, og disse Vinde ville desuden virke til en Forøgelse af Strømmens Bevægelsesmængde. Snittene Fig. 2 og Fig. 10 udvise, at der i denne Deel af Strømmen endnu forekommer en Temperatur af henved eller over 20° i Overfladen og nærmest under denne, og at en Temperatur af 15° her naaer ned til 300 à 350 Favnes Dybde. At det varme Vand saaledes naaer betydeligt dybere ned i denne nordligere Deel af Oceanet turde vel da, ligesom under Brasiliens Kyst, fornemmeligt være en Virkning af den Modstand, Kysten frembyder imod Bevægelsens Retning, men vel ogsaa skyldes noget til Virkningen af de sydvestlige og vestlige Vinde; allerede den Modstand, de smaa Antiller og Kysten før dem frembyde, turde vel ligeledes udøve nogen Indflydelse paa Bevægelsens Dybde der. Snittene Fig. 2 og 10 udvise tillige en betydelig Forskjel i Forholdet for Varmegradens Aftagen over og under Varmegrændsen 15° , eller maaske 15 à 16° , saa at alle Forhold ogsaa her synes at tyde paa, at denne Varmegrændse maatte betegne den Dybde, hvortil den varme Overfladebevægelse naaer ned.

Naar der saaledes ved vedvarende Overfladebevægelser stadigt bortføres Vandmasser fra Passatbelternes Farvande, fordrer Ligevægten, at der igjen tilføres de samme Farvande tilsvarende Masser, eller at der ogsaa forekommer erstattende Bevægelser, hvis Vandføring svarer til Overfladebevægelsens. Hvis da Forholdene medførte, at Overfladebevægelsens varme Vandmasse vendte tilbage til Passatbeltet for at fungere som erstattende, vilde man komme til en afsluttet kredsende Bevægelse i Vandlagene nærmest Overfladen. Ere Forholdene derimod saadanne, at de erstattende Masser hentes fra koldere Dele af Havet, vil den erstattende Bevægelse ikke foregaae i lige Høide med Overfladebevægelsen, men nede i Dybder, hvor Vandlagenes Varmegrad og Vægtfylde ere lige med de erstattende Massers. Medens Aarstidernes forskellige Temperatur kun gjør sig gjældende i Overfladebevægelserne ved en Forskjel i Vandets Varmegrad, vil den altsaa ved de erstattende Bevægelser tillige kunne virke bestemmende paa Dybden, hvori de foregaae.

Idet Sydostpassaten vedvarende bortfører en Vandmasse over et bredt Belte, der strækker sig fra den sydlige Deel af Afrikas Kyst op imod Sydamerikas Kyst og Ækvator, maa der ogsaa vedvarende tilføres enhver Deel af dette Belte en anden tilsvarende Masse, og det vilde da ligge i Sagens Natur, at Beltet modtog erstattende Masser fra de Dele af Oceanet, der ligge udenom det, eller fra Oceanet sydligt for Beltet, og fra Guinea Bugten. Den varme Overfladestrøm, der udgaaer fra Beltet og sætter ned forbi La Plata Munden, vil ifølge Rotationens Virkning have en efterhaanden voxende Tilbøielighed til at afvige imod Øst fra sin Retning. Den kolde Vandmasse, der ifølge Fig. 7 synes at sætte op i Atlanterhavet fra Cap Horn, maatte derimod ved Rotationens Virkning holdes ind imod Kysten. Omkring Sydspidsen af Afrika viser der sig ifølge Fig. 5 en Tilførsel af varmt Vand fra det indiske Ocean. Sammenholdes da disse Forhold med, at der sønden for det atlantiske Ocean maa forekomme nordvestlige Vinde, hvis Virkning altsaa ogsaa vilde fordrø erstattende Bevægelser, synes det rimeligt at antage, at Passatbeltet modtager erstattende Vandmasser sønden om Amerika og Afrika fra andre Oceaner, og vel tildeels ogsaa fra den varme Overfladestrøm under Amerikas Kyst, medens en anden Deel af denne Strøms Vandmasse vel derimod snarest maatte fungere som erstattende i de andre Oceaner til Gjengjæld for de sønden om Amerika og Afrika fra dem tilgaaede Masser. Det kunde tale for en saadan Opfattelse af Forholdene, at Havets Varmegrad nærmest Overfladen ifølge Fig. 5 viser sig lavest udfør Tristan d'Acunha og voxende derfra baade over imod Afrikas og imod Amerikas Kyst, saavel som ogsaa, at Temperaturen under Varmegrændsen 15° aftager forholdsvis meget hurtigt nedad nærmest Amerikas Kyst heelt op til Cap Roque.

Naar Guinea Bugten skal afgive erstattende Masser til Passatbeltet, maatte denne Bugt igjen have Erstatning for disse Masser. At slutte efter Fig. 8 maa Temperaturen være meget høi i Bugtens Overfladevand, hvad der vel er væsentligt medvirkende ved, at Vand med en Temperatur over 20° træffes i forholdsvis store Dybder udfør Ascension og St. Helena. Denne høie Temperatur i Overflade-

vandet turde være Resultat dels af Bugtens ækvatoriale Beliggenhed, dels af de varme Ferskvandsmasser fra Afrikas Floder og disse Massers ringe Vægtfylde, og dels tillige af, at Vindene ifølge Virkningen af Nordafrikas udstrakte vandløse Egne stadigt sætte ind imod Bugtens Kyst og derved virke til tilbagegaaende Vandbevægelser, der maatte forplante Overfladens Varmegrad nedad i Massen, medens Temperaturen endeligt tillige vilde staae i Forhold til Varmegraden hos de Vandmasser, der igjen tilføres Bugten som Erstatning for, hvad den afgiver til Passatbæltet. Ifølge Temperaturforholdene i Snittene Fig. 9 og Fig. 4 kunde det synes, at Guinea Bugten nordfra maatte have en Tilførsel af varmt Overfladevand ned langs Afrikas Kyst, og sammenholdes Fig. 9 og 4 med Fig. 8, viser det sig yderligere, at selve Overfladens Temperatur er over 3° høiere i April end i August. Sees der hen til Temperaturfordelingen i større Dybder i de tre Snit, viser der sig ikke alene en væsenlig Forskjel i den Dybde, hvori Vand med en Temperatur af 3 à 4° forekommer i de forskjellige Aarstider, men der viser sig tillige en Deel Uligheder i Temperaturens Aftagen nedad imellem Varmegrænsen 15° og Varmegrænsen 3° , og disse Forhold turde da tyde paa, at der i disse Dybder tilgaaer Vandmasser, der i Forhold til Aarstiden og Egnen, hvor de komme fra, tilføre forskellige Varmemængder.

Idet en større Deel af Sydostpassatens Overfladebevægelse tilligemed hele Nordostpassatens Overfladebevægelse sætte op imod og ind i det nordlige Atlanterhav, vilde denne Deel af Oceanet derved være istand til igjen at afgive en tilsvarende erstattende Vandmasse, eller det vilde være at vente, at ikke alene Nordostpassatens Bælte, men tillige en større Deel af Sydostpassatens Bælte modtog Erstatning nordfra. Erstatningen vilde da, afhængigt af Massens Varmegrad, dels foregaae i Overfladen og dels i dybere liggende Vandlag, og for Sydostpassatbæltets Vedkommende vilde Massen, som foran omtalt, tildeels passere Guinea Bugten.

Den samlede Overfladebevægelse, der, efter at have passeret Vestindien, ved Formen af Nordamerikas Østkyst sættes ud i det nordlige Atlanterhav som en sydvestlig og vestlig ækvatorial Strømning, vilde altsaa finde et naturligt Afløb ned til Passatbæltene, men ikke uden først at have været underkastet Paavirkninger af de i det nordlige Atlanterhav herskende Vinde. I Farvandet vestligt for Azorerne ville fremherskende vestlige og sydvestlige Vinde være virksomme, medens vestlige og nordvestlige Vinde blive virksomme østligt for Azorerne; nordligere i Havet, op imod Skotland, ere derimod igjen overveiende vestlige og sydvestlige Vinde virksomme.

De herskende Vindes Retninger paa begge Sider af Azorerne vilde altsaa i det Hele kunne stemme med Retningen hos en fra den ækvatoriale Strømning under Amerikakysten tilbagevendende Vandbevægelse ned imod begge Passatbæltet. Ifølge den høie Varmegrad i den ækvatoriale Strømning vilde en saadan Vandbevægelse kunne foregaae i Havets Overflade, saa at man, naar den ækvatoriale Strøm for en Deel vendte tilbage til Passatbæltene gennem Farvandene imellem Bermudas, Azorerne og Madeira, kom til en kredsende Overfladebevægelse, og denne Bevægelse vilde da undervejs modtage en Tilvæxt i sin Bevægelsesmængde eller Vandføring ved Vindens Virkning. Ifølge den i Snittet Fig. 2 givne Temperaturfordeling naaer det varme Overfladevand ogsaa ned til omtrent samme Dybde i Farvandet fra Bermudas over imod Azorerne, som vesten og norden for Bermudas, og imellem Azorerne og Madeira naaer det endnu ned til c. 100 Favnes Dybde. Disse Forhold kunde da igjen tjene til at forklare, at Overfladebevægelsen i Nordostpassatens Bælte ifølge Fig. 3 allerede udenfor de canariske Øer har en omtrent dobbelt saa stor Mægtighed, som Overfladebevægelsen i Sydostpassatens Bælte, og de kunde tillige føre til nogle Slutninger om Hastigheden i Overfladebevægelsen. Efter Theorien skulde nemlig en ved Passaten fremkaldt Overfladebevægelse øverst have selve Driftstrømmens Hastighed, og i Bevægelsens dybere Dele skulde Hastigheden være aftagende nedad. Et saadant Forhold vilde øiensynligt lide nogen Forstyrrelse, naar en ydre Modstand tvinger Bevægelsen til at skære betydeligt dybere ned i Farvandet, saaledes som det er Tilfældet ved Nordamerikas Kyst, og bliver Overfladebevægelsen desuden fuldt kredsende, som ved de canariske Øer, maa der Begyndelseshastigheden for Passatens Driftstrøm staae i Forhold til hele Kredsløbsbevægelsens Hastighed, og Hastigheden maatte vel omtrent blive den samme foroven og forneden i Bevægelsen. Man synes altsaa i dette Tilfælde at komme til en constant Bevægelseshastighed eller Omløbstid for det afsluttede Kredsløb, afhængig af

den fra samtlige Vinde i Tidernes Løb modtagne og stadigt vedligeholdte Bevægelsesmængde. En saadan i Tidernes Løb opstaaet constant Omløbstid vilde da ikke kunne lide Forandringer ved mindre aarlige Svingninger i Vindenens Virksomhed, der i det frie Ocean kun kunde gjøre sig gjældende i Bevægelsens øverste Deel; en aarlig Variation i Bevægelsesmængden i denne øverste Deel maatte vel derimod antages at føre til aarlige Strømbølger, analoge med de daglige Tidevandsbølger, og maaske ligesom disse ledsagede med kjendelige Forandringer i Vandspeilets Høide, hvor Farvandet er snevert i Forhold til Massen, der er i Bevægelse.

Samtidigt med en saadan til Passatbelterne tilbagevendende Overfladebevægelse vil imidlertid en anden Deel af den ækvatoriale Strømning saavel ifølge sin egen Bevægelsesretning som ifølge Vindretningerne føres nordligere op i Atlanterhavet i Retningen af de britiske Øer og Island, og den vilde ligeledes her ifølge Vandmassens høie Varmegrad bevæge sig i Overfladen af Havet. I det Passatbelterne maatte antages at modtage en erstattende Vandmasse fra det nordlige Atlanterhav, hvis Størrelse, forsaavidt der sees bort fra Betydningen af Fordampning og Nedslag, netop svarede til den ækvatoriale Strøms samlede Vandføring, blev det sandsynligt, at igjen noget af den Vandmasse, der førtes op til nordligere Dele af Havet, ved en Medvirkning af de over imod Europa forekommende nordvestlige Vinde vendte tilbage til Passatbelterne nærmest Afrikakysten. Denne Masse maatte imidlertid ifølge den Afkøling, den har lidt ved at passere det nordligere Farvand, snart synke nedad i Havet for at træffe Vandlag med lige Varmegrad og Vægtfylde, og en Antydning af et saadant Forhold synes ogsaa at vise sig i Fig. 2 og Fig. 9 ved Uligheder i Temperaturfordelingen under Varmegrænsen 15° . Det Øvrige af Vandmassen, der satte op imod de britiske Øer og Island, vilde derimod dels ifølge den tilstedeværende og den underveis tilgaaende Bevægelsesmængde, og dels for at virke erstattende for de herskende sydvestlige Vindes Virkning over det udstrakte Hav langs Norges vestlige og nordlige Kyster, sætte op i dette Hav gennem de brede Sunde paa begge Sider af Færøerne, og ogsaa ind igjennem Kanalen og op vesten og norden om Island. Fra det norske Hav fortsætter Bevægelsen sig da videre ind i de polare Farvande for igjen at vende tilbage derfra til Atlanterhavet i de to polare Strømme, Grønlandsstrømmen og Labradorstrømmen, og Havet vilde da ved dem igjen faae Erstatning for den til det norske Hav afgivne Masse. Det særlige Kredsløb, som en Deel af den ækvatoriale Strøms Vandmasse saaledes gennemløber i de polare Farvande, er da ikke til Hinder for, at det nordlige Atlanterhav kan afgive en ligesaa stor Vandmasse til Passatbelterne, som det selv modtager fra dem; det synes endog, at det polare Kredsløb snarere maatte virke til at forøge Havets Vandmængde, dels paa Grund af et betydeligt Tilløb af Ferskvand fra de store Fastlande, og dels ved en Vandbevægelse, der fra det Stille Ocean synes at sætte gennem Beringstræde ind i de polare Farvande.

Forskjelligt fra de eensformige Vindretninger i Passatbelterne ere Vindene i det nordlige Atlanterhav variable med enkelte hyppigst forekommende Retninger. Det bliver derfor en Virkning ikke alene af den mindre Solvarme, men tillige af jevnligt skiftende Driftstrømme med tilhørende erstattende Strømme, at Overfladevandets Varmegrad efterhaanden aftager op imod Havets nordligere Dele. Sammenlignet med Forholdene sønden for Passatbelterne er Overfladevandets Temperatur dog endnu trods den meget nordlige Bredegrad høi i Færøundene, og den vedbliver at holde sig relativt høi gennem det norske Hav og baade ind i Barentshavet og op under Spitzbergens Vestkyst. Inde i de polare Farvande forbruges Varmemængden derimod til Bortsmeltning af Ismasser, og de tilbagevendende polare Strømme føre stærkt afkølede Vandmasser, der tildeels tillige kunne være mindre saltholdige, især hvor en stærk Bortsmeltning af Overfladens Ismasser foregaaer. Udfor Davisstrædet's Munding og udfor Havet imellem Grønland og Island, eller udfor de Farvande, hvor denne Bortsmeltning fornemmeligt foregaaer, viser der sig ifølge Fig. 1 et mægtigt Vandlag med en Temperatur af 3 à 4° , og hvori der afvejlende forekommer mindre Partier med en snart noget høiere og snart noget lavere Varmegrad. I dette Vandlag synes der altsaa at foregaae en Sammenblanding af varmere og koldere Masser, begrundet paa, at Massens Vægtfylde samtidigt afhænger baade af Varmegraden og af Saltholdigheden, og Lagets Temperatur af 3 à 4° turde da angive Varmegraden hos den Masse, der kommer til at fungere som erstattende nede i Passatbelterne istedetfor den Deel af den ækvatoriale Strømning, der satte op i det norske Hav.

En saaledes nordfra kommende erstattende Bevægelse vil ifølge Rotationens Virksomhed have Tilbøielighed til at afvige imod Vest fra sin Retning, og det turde da vel tilskrives dette Forhold i Forbindelse med en mindre Saltholdighed og Vægtfylde i Vandmassen som Følge af betydelige Bortsmeltninger af Iismasser udfor Newfoundland, at der i Fig. 10 og Fig. 2 viser sig kolde Vandmasser i selve Overfladen af Havet over Landgrundene udenfor Amerikas Kyst, der hindre den ækvatoriale Strømning fra at berøre selve Kysten. I de større Dybder i Oceanet, hvor Vandmassen med en Temperatur af 3° à 4° ellers ifølge sin Varmegrad maatte høre hjemme, synes den erstattende Masse at fortsætte sin Bevægelse ned til Passatbelterne endog forbi Cap Roque, idet Varmegrænsen 3° saavel i Fig. 4 som i en Deel af Fig. 8 ligger betydeligt dybere end sydligere i Havet i Fig. 5. Medens Varmegrænderne 3° og 4° saaledes turde antyde Dybden, hvori denne erstattende Vandmasse bevæger sig, er det ikke rimeligt, at Bevægelsen netop skulde have lige Mægtighed med Vandlaget imellem Grænderne; den maatte vel snarere antages at have mindre Mægtighed, men tillige samtidigt ved Friktionens Virkning at meddele saavel en nærmest overliggende som en nærmest underliggende Vandmasse, der maaske begge naae ud over de to Varmegrænder, en svagere, henholdsvis opad og nedad aftagende Hastighed. En saadan Forplantning af Bevægelsen saavel opad som nedad turde vel da igjen, forsaavidt Forplantningen ikke hindres ved andre Strømninger, antages at finde sin Begrænsning ved den daglige Tidevandsbevægelses Virksomhed, saasart denne og Friktionens Virksomhed blive af lige Betydning, og tilsvarende Forhold turde vel endvidere antages at finde Sted allevegne i det frie Ocean i Vandlag nærmest Overfladebevægelser og erstattende Bevægelser, og at virke hen til Regelmæssighed i Temperaturfordelingen i disse Lag.

De dybere Dele af Havet, der ligge under Varmegrænsen 3° , synes saaledes ikke at berøres væsenligt af de ved Vindene skabte Kredsløbsbevægelser, og den forholdsviis meget eensformige og af den overliggende Masses Varmegrad uafhængige Temperaturfordeling, der viser sig overalt i Atlanterhavet i disse Dybder, turde da i det Hele afhænge af andre Love. Den store Eensformighed i Temperaturens Fordeling under Varmegrænsen 3° turde vel væsenligt skyldes den saavel her som ogsaa i den overliggende Vandmasse allevegne virksomme daglige Tidevandsbevægelse, medens der dog ogsaa kunde være andre Bevægelser medvirkende, der skyldtes Uligheder i det Tryk, hvorfor Vandmassen er udsat, enten som Følge af Differentser i Luftens Tryk paa Vandspeilet, eller som Følge af Differentser i Vandspeilets Høide, idet enhver Ulighed i Trykket vilde føles heelt ned til Havets Bund. Differentser i Vandspeilets Høide vilde nemlig opstaae som en direkte Følge af forbigaaende eller vedvarende Lufttryksdifferentser, men de kunde ogsaa indirekte flyde af Lufttryksdifferentserne ved Virkninger af de dem ledsagende Vinde, og saavel Fordampning og Nedslag som Afløb fra Fastlandene kunde ligeledes indvirke paa Høiden.

Vand med en Temperatur under 0° tilhører Iishavene og skyldes navnlig det store Forbrug af Varme ved Iismassernes Bortsmeltning. I det nordlige Atlanterhav, hvor de polare Strømme mødes med en mægtig ækvatorial Strøm, er dennes Varmemængde saa stor, at de polare Vandmasser efter Iismassernes Bortsmeltning endog opvarmes til en Temperatur af 3° à 4° , og en Temperatur under 0° viser sig derfor ikke her; kun i Havets Overflade nærmest under Land ved Cap Farvel og Grønlands Sydvestkyst kan en erstattende Vandbevægelse, fremkaldt ved Vindens Virkninger i Baffinsbugten og Davisstrædet, medføre stærkt afkølet Vand og Ismasser fra Grønlandsstrømmen, ligesom Labradorstrømmen kan medføre lignende Forhold nærmest under Newfoundland. I det norske Hav viser sig derimod allerede ved Færøundene i ringe Dybde under Overfladen en Temperatur af 0° , hidrørende fra, at det norske Hav foruden fra det varme Atlanterhav tillige modtager erstattende Vandmasser fra det iisførende Grønlandshav. I det sydlige Atlanterhav viser der sig ligeledes Vand med en Temperatur under 0° i Dybderne ved Amerikas Kyst op forbi La Plata Munden, hvad der turde bringes i Forbindelse med en erstattende Vandbevægelse nede fra det sydlige Iishav.

Temperaturfordelingen i det atlantiske Ocean synes saaledes at staae i nøie Forhold til mægtige Bevægelser eller Strømninger i Oceanet, der skyldes Vindene, og der bestaae dels af en ved Vinden fremkaldt Overfladebevægelse, som naaer ned til 50 à 350 Favnes Dybde, dels af tilsvarende

erstattende Bevægelser, som efter Omstændighederne snart foregaae nærmest Overfladen, snart ogsaa dybere nede, endog i over 1000 Favnes Dybde. De ved disse Strømninger i Forbindelse med Solvarmens Virkning i en øvre Deel af Oceanet fremkaldte Temperaturforhold synes kun at have en meget ringe Indflydelse paa Temperaturfordelingen i de større Dybder, hvor en forholdsvis eensformig Temperatur, der kun viser svage, som det synes især af udstrakte Høiderygge i Søbunden afhængige Variationer, turde hidrøre fra Bevægelser med mere eensartede Virkninger, og da særligt fra Tidevandsbevægelsen. Bevægelserne i Oceanets øvre Deel ere væsentligt afhængige af Farvandenens Form, og naar da denne Form i længere Jordperioder holder sig uforandret, vilde Bevægelserne og med dem Temperaturfordelingen ogsaa antage en uforanderlig Charakter, kun med mindre aarlige Variationer i Forhold til Aarstidernes Betydning for Solvarmen og for Vindene. Seer man bort fra Betydningen af Fordampning og Nedslag, hvor Nedslaget iøvrigt her turde antages at have Overvægten, idet Afløbet fra de store Fastlande kan skyldes Vanddampe ogsaa fra andre Oceaner, synes det atlantiske Ocean ved de nu bestaaende Former for Farvandene at modtage Tilløb fra andre Oceaner gennem Beringsstræde og op forbi Cap Horn og det gode Haabs Forbjerg, medens et dertil svarende Afløb til andre Oceaner synes at finde Sted i Farvandet imellem La Plata Munden og Tristan d'Acunha.

TVÆRSNIT I ATLANTERHAVET.

Tvl. I.

Fig. 1.

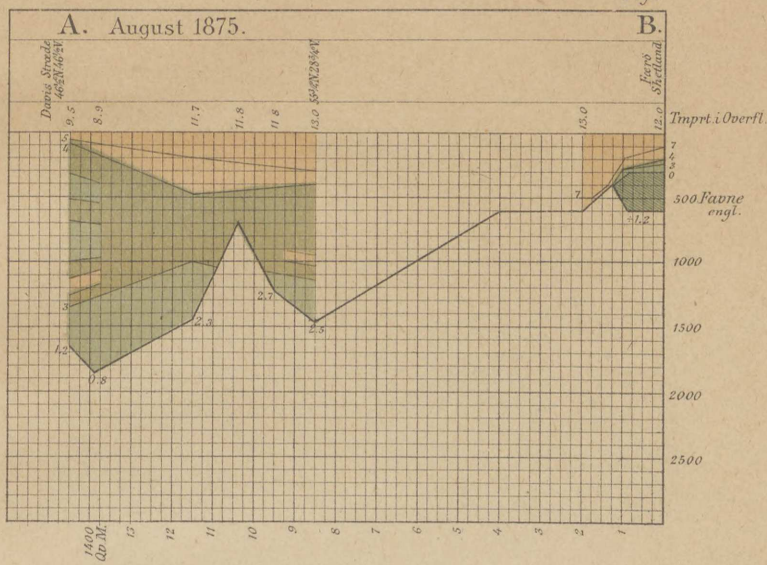


Fig. 2.

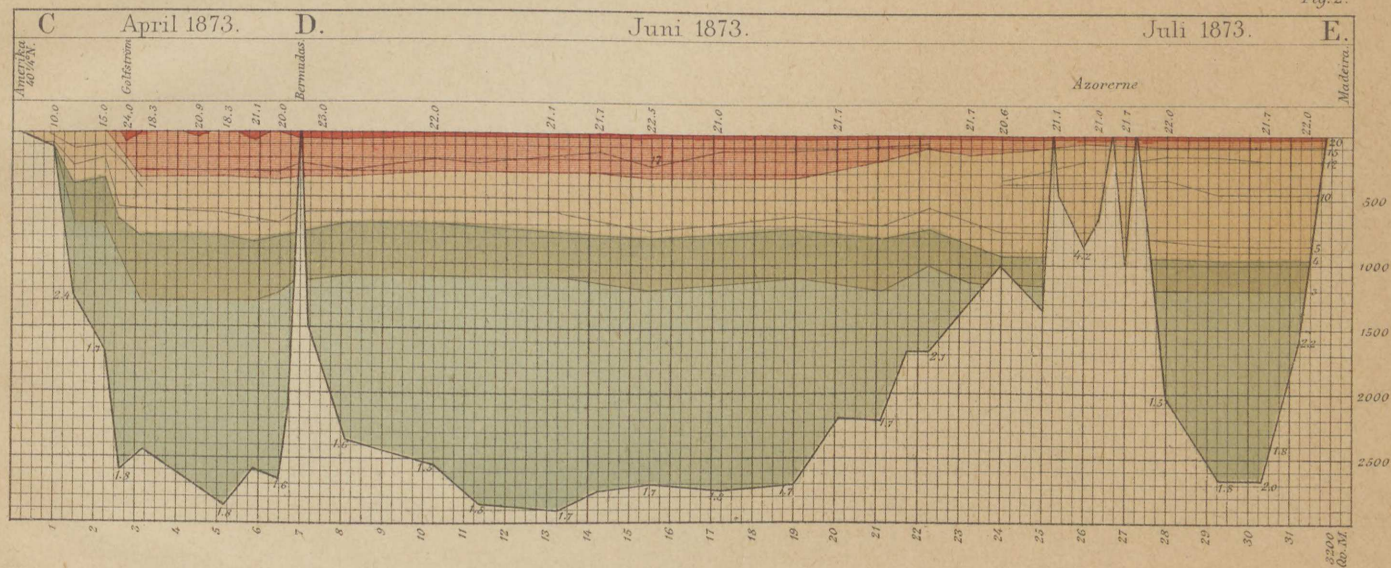
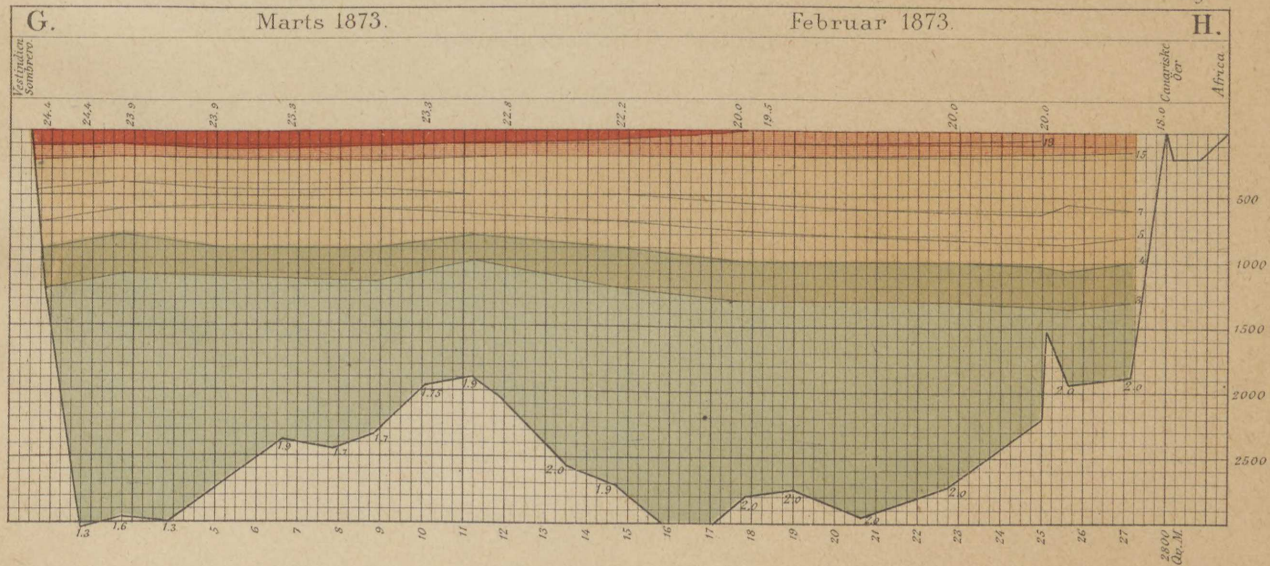


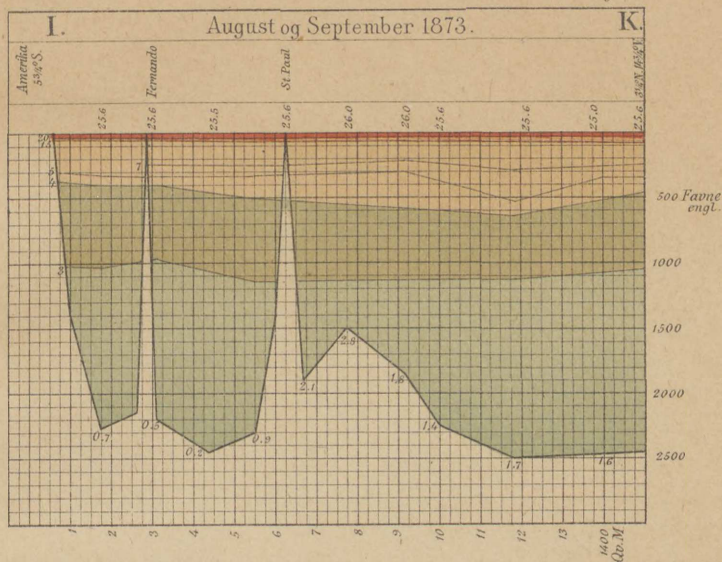
Fig. 3.



TVÆRSNIT I ATLANTERHAVET.

Tvl. II.

Fig. 4.



Farveforklaring.

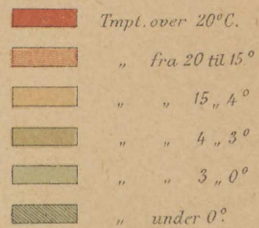


Fig. 5.

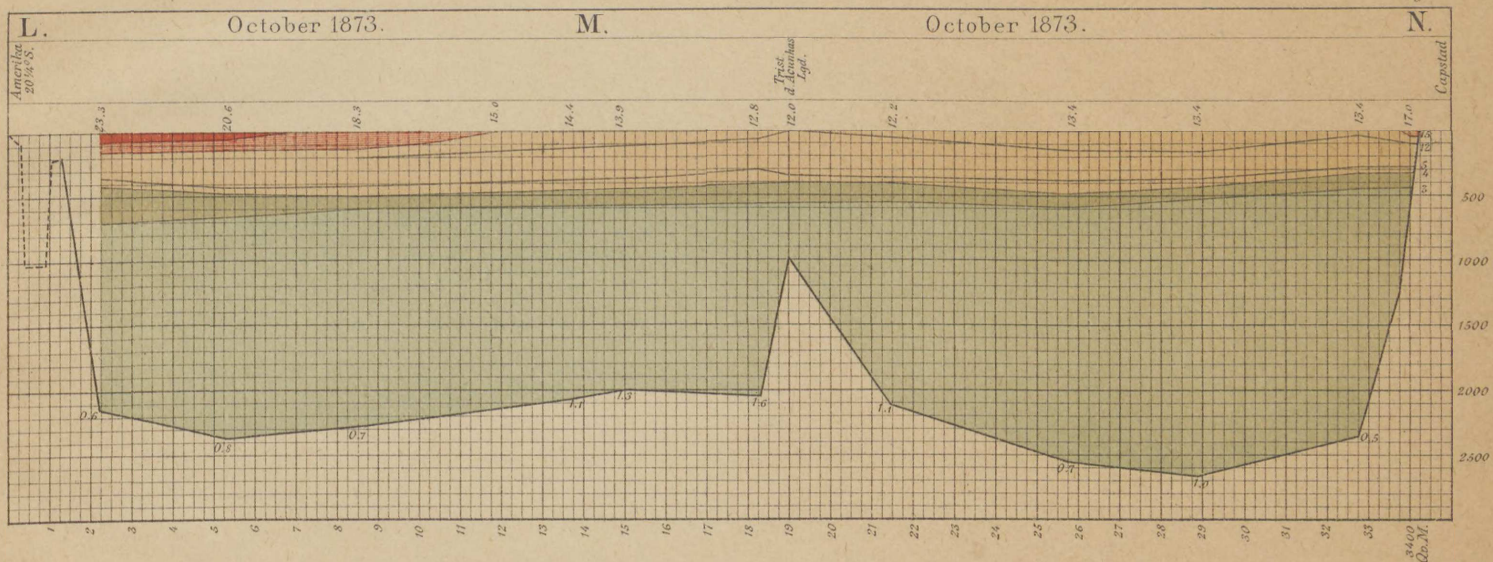


Fig. 6.

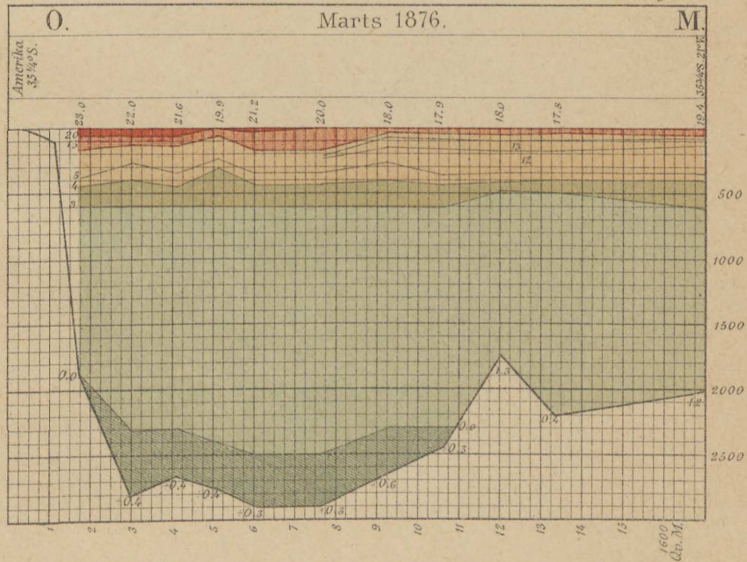
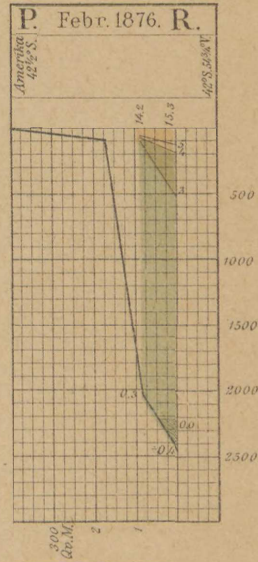
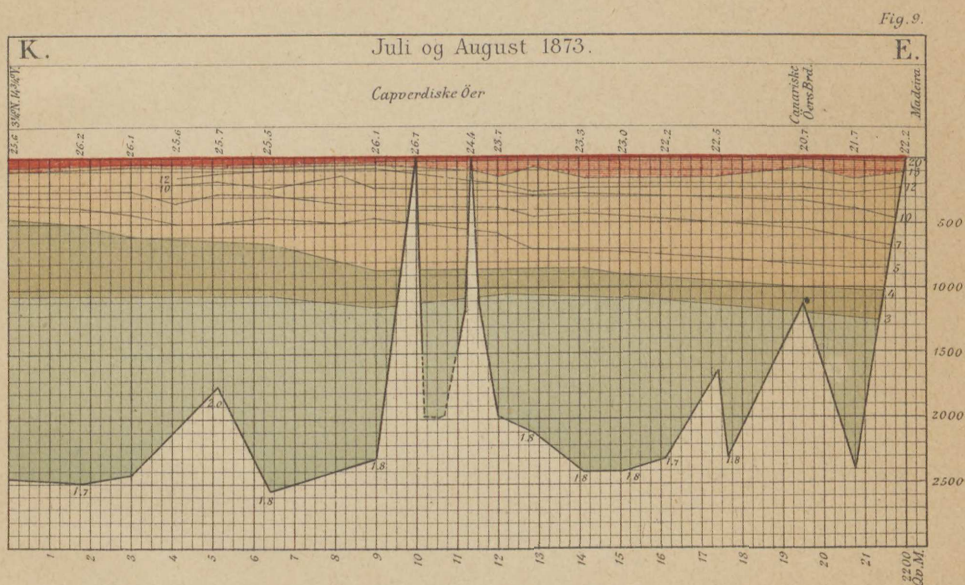
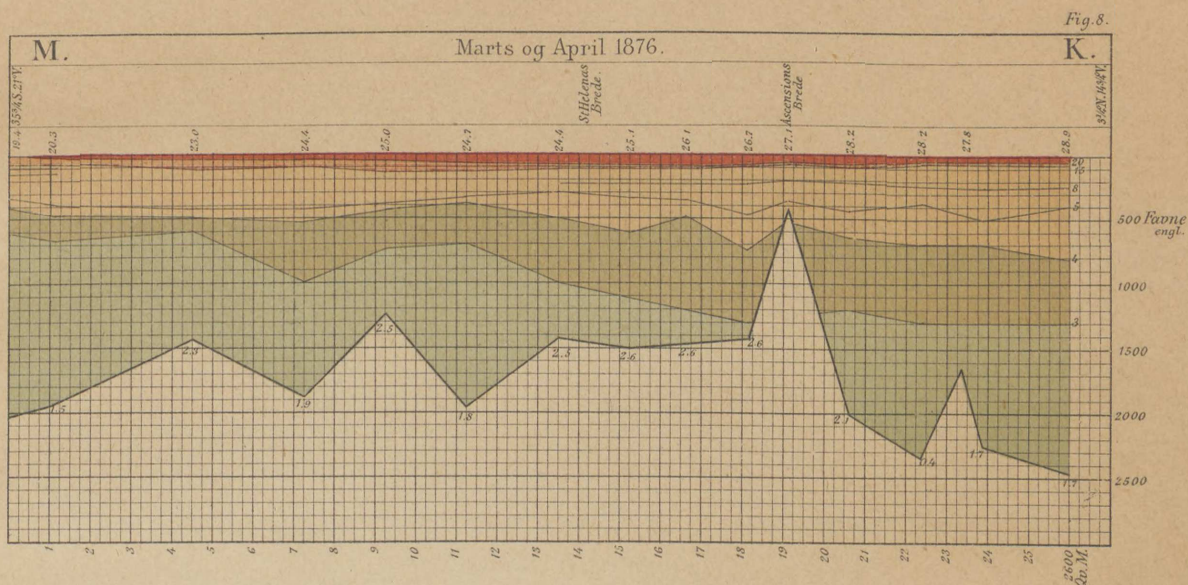


Fig. 7.



LÆNGDESNIT I ATLANTERHAVET.

Tvl. III.



Farveforklaring.

- Tmpt. over 20°C.
- " fra 20 til 15°
- " " 15 " 4°
- " " 4 " 3°
- " " 3 " 0°
- " under 0°

