

DIE REICHWEITE DES GOLFSTROMS.

Von Prof. Dr. G. WÜST.

2083

Zum festen Bestand menschlicher Bildung gehört seit etwa einem Jahrhundert das Wissen vom Golfstrom und seinen weitreichenden, bis Spitzbergen nachweisbaren Fernwirkungen. Aufsehen erregte daher in den letzten Jahren die angebliche « Behauptung » des französischen Fischereibiologen und Meeresforschers Ed. *Le Danois*, dass « der Golfstrom überhaupt nicht existiere », und dass die klimatische Begünstigung NW-Europas durch ganz andere Vorgänge verursacht werde.

Hierzu ist zunächst festzustellen: Der genannte französische Ozeanograph hatte *nicht* behauptet, dass der Golfstrom, der bekanntlich auf einer Vereinigung des Floridastromes und des Antillenstromes nördlich der Strasse von Florida beruht und mit relativ hohen Stromstärken längs der nordamerikanischen Küste nach Nordosten setzt, nicht existiert, sondern er hatte sich auf den Versuch beschränkt, die Reichweite des Golfstromes zu begrenzen und zu zeigen, dass sein behaupteter Einfluss auf das Klima NW-Europas einem mächtigeren Phänomen der ozeanischen Zirkulation zuzuschreiben ist, nämlich der Erscheinung der sogenannten « ozeanischen Transgressionen ». Nur in dieser Hinsicht hat *Le Danois* die herrschende Golfstromtheorie als ein « archaisches und irrtümliches Dogma » bezeichnet und seine neue Transgressionstheorie auf drei « Postulate » gegründet: 1) Der Golfstrom endet bereits in der Höhe von Neufundland, das heisst zwischen dem 40. und 50. Meridian westlicher Länge (*Abb. 1*), 2) die klimatische Begünstigung NW-Europas wird durch periodische Vorstöße relativ salzreicher und warmer Wassermassen äquatorialer Herkunft im zentralen und östlichen Nordatlantischen Ozean verursacht, welche im Sommer nach Norden transgredieren, das heisst die nordwesteuropäischen Schelfmeere überfluten und im Winter wieder zurückweichen, 3) Wassermassen verschiedenen Salzgehalts und verschiedener Temperatur vermischen sich nicht, wenn sie, wie in den ozeanischen Transgressionen, in grossen Men-



Abb. 1.
Karte des Golfstroms von Benjamin FRANKLIN, 1770.

gen auftreten. *Le Danois* behauptet ferner, dass die ozeanischen Transgressionen neben dem jährlichen Rhythmus andere Periodizitäten wesentlich grösserer Amplitude aufweisen, welche auf kosmische Einflüsse (Mond, Sonne) zurückgehen und geeignet sind, die grossen Naturkatastrophen der menschlichen Urgeschichte, wie zum Beispiel den Einbruch des Roten Meeres, die biblische Sintflut und das Versinken von Atlantis zu erklären.

Dieser mehr auf Intuition als auf physikalischen Erkenntnissen beruhenden Theorie von *Le Danois* steht in der internationalen Wissenschaft die Auffassung gegenüber, dass im Golfstromsystem quer über den Nordatlantischen Ozean hinweg nach Nordosten beträchtliche Wärmemengen transportiert werden, welche zum Teil an die Atmosphäre abgegeben werden und Anlass geben zur Entstehung von Luftdruckminima, die in Europa vornehmlich SW-Winde, in Grönland überwiegend NE-Winde zur Folge haben. Nach dieser Auffassung greifen im Golfstromsystem ozeanographische und meteorologische Vorgänge ineinander und verursachen die erstaunlichen Temperaturunterschiede und bekannten Klimagegensätze zwischen NW-Europa und Grönland-Nordamerika in der geographischen Breite von Skandinavien. Man fragt sich nun verwundert: Wie kann ein solcher Gegensatz der

Auffassungen entstehen? Ist denn der Golfstrom nicht ein starkbewegter Strom im Meere, der sich scharf von dem übrigen, nur schwach bewegten Ozean abhebt und auch durch die Beschaffenheit seines Wassers (Temperatur, Salzgehalt, Färbung) für jeden Beobachter deutlich erkennbar ist? Abb. 2. (Tanklins Karte). Eine solche Vorstellung ist aber übertrieben und irrig. Denn der Golfstrom entzieht sich, wie alle Meereströmungen, völlig der unmittelbaren Wahrneh-

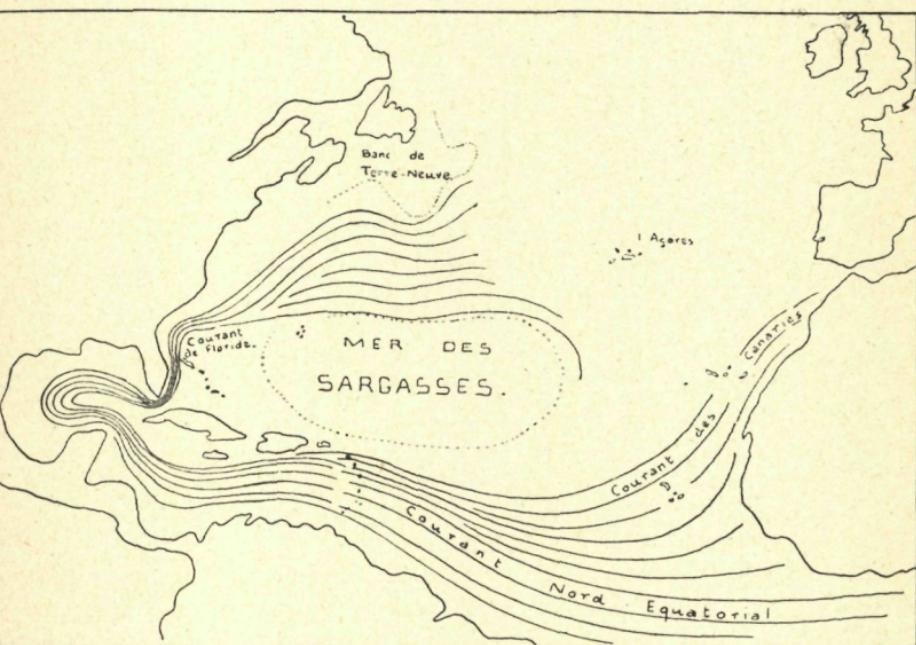


Abb. 2
Karte des Golfstroms von Ed. LE DANOIS, 1934.

mung und ist nur auf indirektem Wege aus der Abtrift der Schiffe, den sogenannten Stromversetzungen, rechnerisch zu ermitteln oder aus der Temperaturverteilung zuerschliessen. Eine solche auf Eingradsfeld-Mittelwerten der Schiffsversetzungen beruhende moderne Stromkarte der Oberfläche (Abb. 3) lehrt, dass die Meeresoberfläche allenthalben in strömender Bewegung ist, und dass in der Osthälfte des Ozeans das Golfstromsystem sich keineswegs durch bemer-

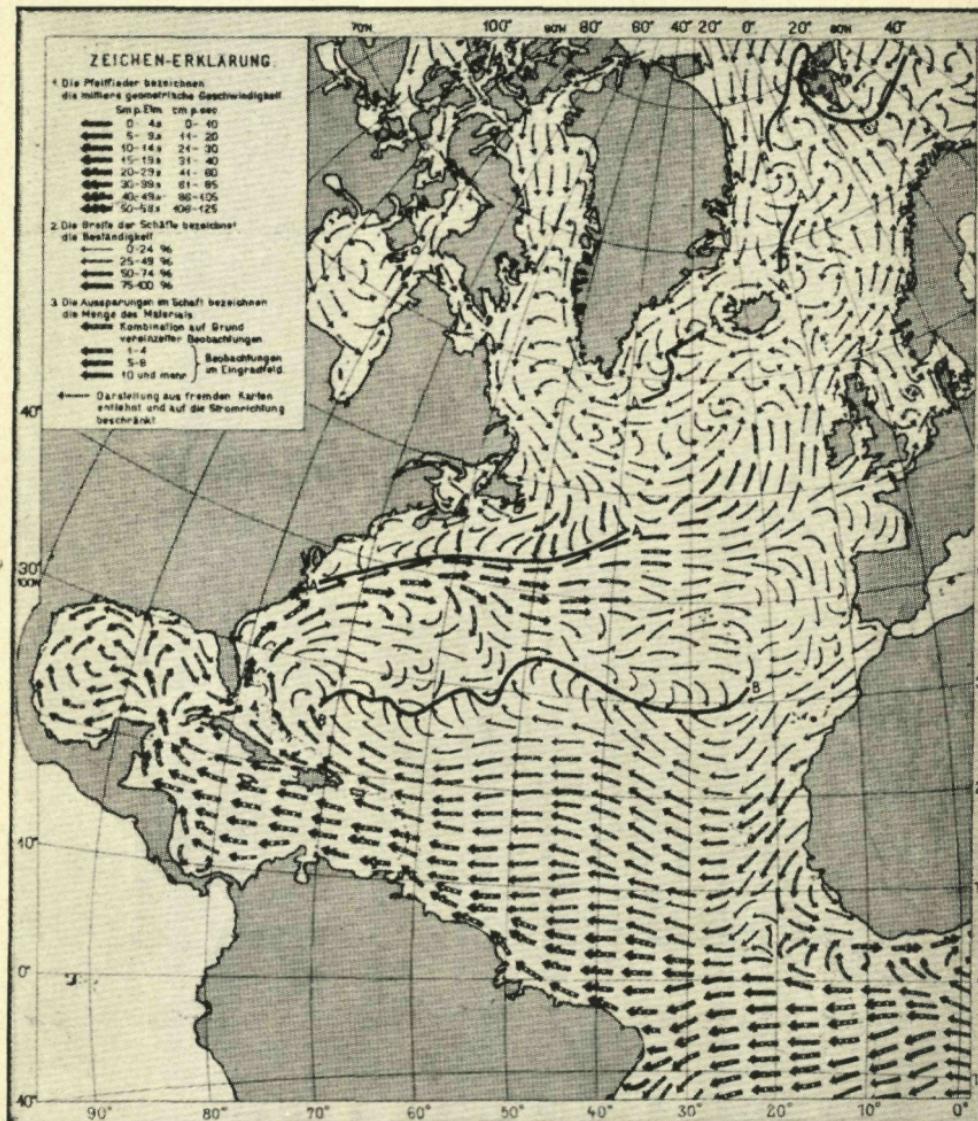


Abb. 3.

Oberflächensströmungen im Nordatlantischen Ozean (im Februar auf Grund von Stromversetzungen der Schiffe).

Die ausgezogenen Linien stellen die beiden wichtigsten Stromkonvergenzen dar: A-A Polarfront, B-B subtropische Konvergenz.

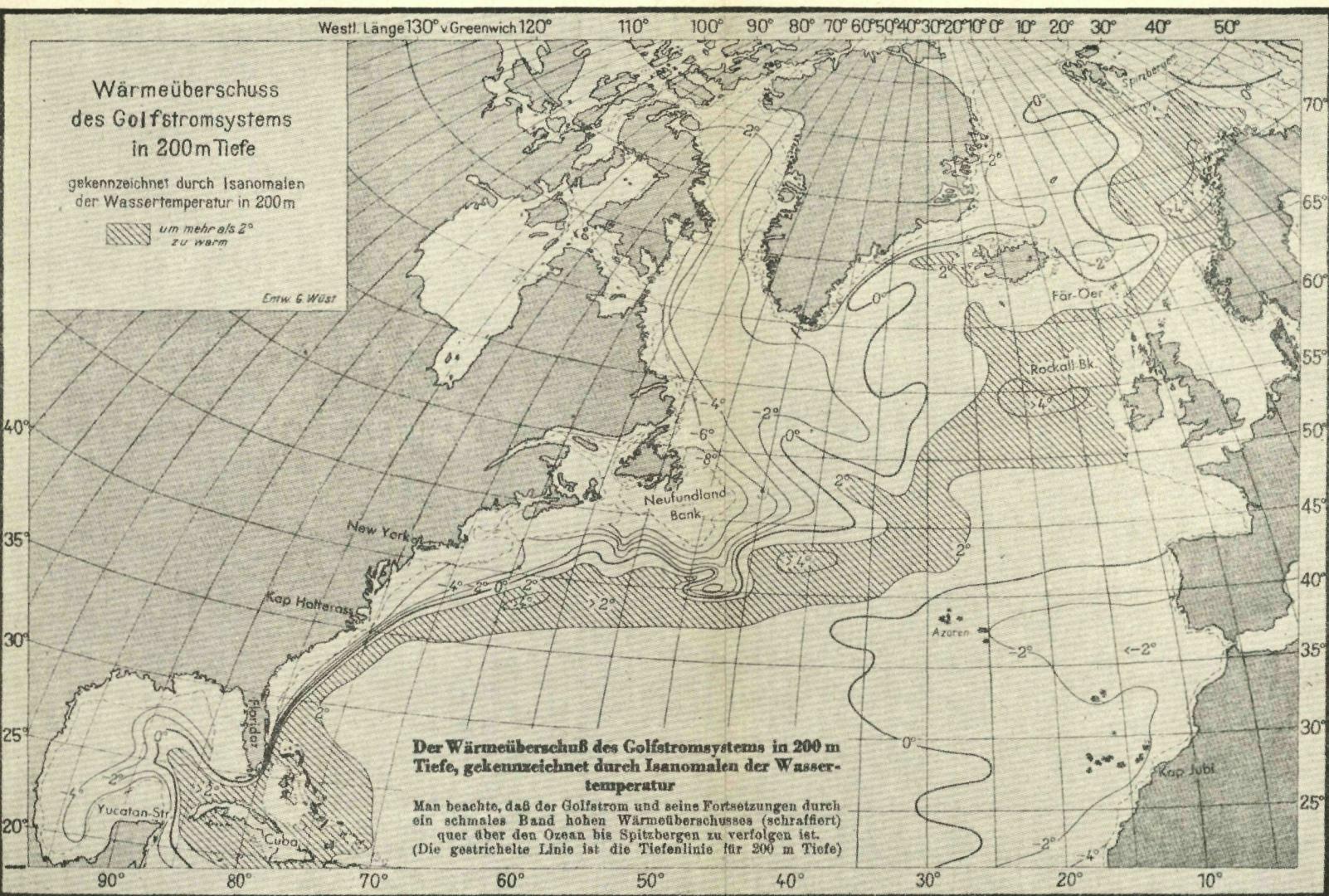


Abb. 4.

Rapport Würst

Der Wärmeüberschuss des Golfstromsystems in 200 m Tiefe, gekennzeichnet durch Isanomale der Wassertemperatur.

kenswert hohe Geschwindigkeit und Beständigkeit abhebt. Herrschen doch in ihm mittlere Stromstärken von nur 10 bis 30 cm/sec, die für die praktische Navigation fast bedeutungslos sind. Bei dieser Sachlage versteht man es schon eher, dass sich in *Le Danois* ein Wissenschaftler zu Wort meldet, der die Fortsetzung des Golfstromes quer über den Ozean hinweg bis zu den Küsten Skandinaviens völlig bestreitet.

Wie ist nun dieser scheinbare Widerspruch aufzulösen, das heisst der unverkennbare mächtige Klimaeffekt des Golfstromsystems mit seiner im Strombild der Oberfläche keineswegs überragenden Rolle in Einklang zu bringen? Wir müssen uns zunächst vor Augen halten, dass im Weltmeere zwei nach ihrer Entstehung grundverschiedene Arten von Strömungen vorkommen : 1. die Windtriften, die durch die äussere Kraft der Winde auf die Meeresoberfläche erzeugt werden und wie diese sehr veränderlich sind, und 2. die Gradientströmungen, welche durch die im Innern des Meeres bestehenden Dichte- und Druckunterschiede aufrechterhalten werden und wie ziemlich beständig sind. Diese Windtriften hören in der Regel bereits in 50-150 m Tiefe auf, die Gradientströmungen reichen hingegen mit merklichen Geschwindigkeiten bis 1000 und mehr Meter Tiefe hinab. An der Oberfläche überlagern sich naturgemäss beide Stromvorgänge, und es ist nicht möglich, aus einer Oberflächen-Stromkarte sichere Schlüsse über den sich im ganzen Querschnitt vollziehenden Wassertransport, das heisst über die thermische Bedeutung einer Strömung zu ziehen. Berechnet man jedoch für eine Tiefe von 200 m die Temperaturanomalien, das heisst ermittelt man, um wieviel höher oder niedriger in 200 m Tiefe die Temperatur an einer bestimmten Stelle des Ozeans gegenüber der für die betreffende geographische Breite gültigen Mittel- oder Normaltemperatur ist, so hat man die störenden Einflüsse der Atmosphäre und der oberflächlichen und variablen Windtriften eliminiert und erhält den wahren Wärmetransport der tiefreichenden Gradientströmung, auf den es ankommt. In einer solchen Karte des Wärmeinflusses bzw. Wärmedefizits in 200 m Tiefe (Abb. 4) ist durch ein schmales Band hohen Wärmeüberschusses (von 2° bis 4,5° C) das Golfstromsystem vom Yukatan-Meer quer über den Ozean hinweg bis nach Spitzbergen in 78°N stetig zu verfolgen. Diese grossartige, übrigens bis ca. 1000 m Tiefe reichende Gradientströmung erweist sich in 200 m Tiefe, in

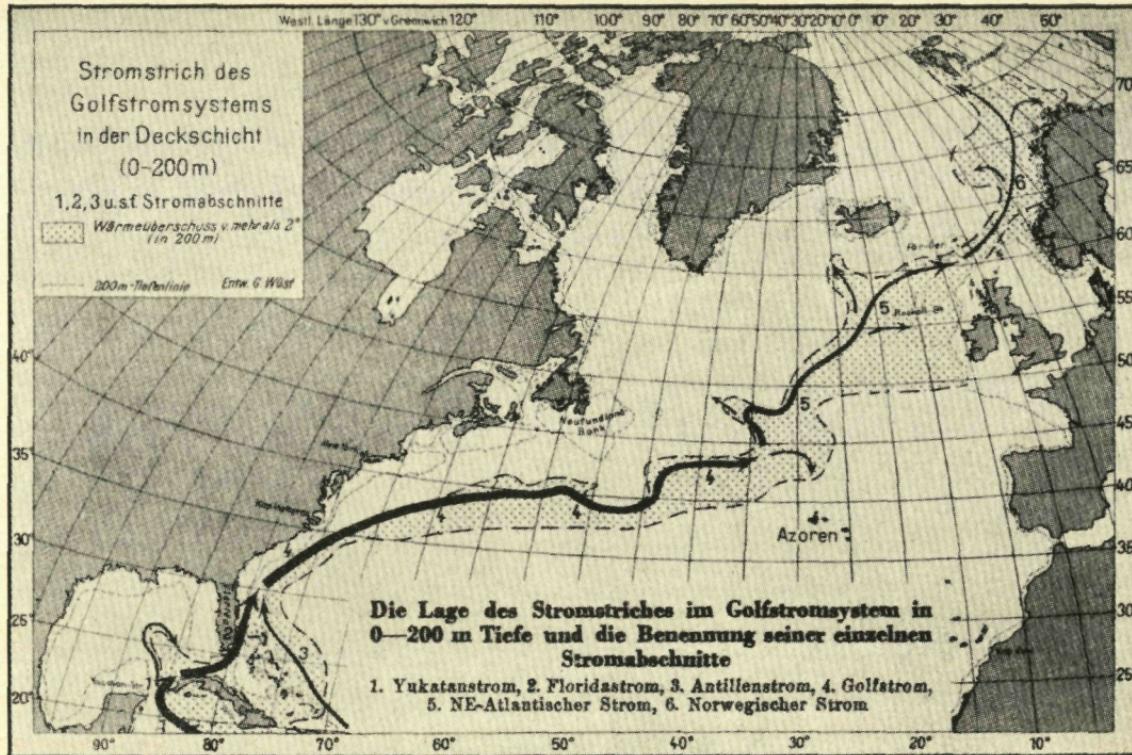


Abb. 5.

Die Lage des Stromstriches im Gulfstromsystem in 0—200 m Tiefe
und die Benennung seiner einzelnen Stromabschnitte.

der bereits die übrigen Meeresströmungen, abgesehen vom Labradorstrom (mit seiner hohen negativen Anomalie), keine nennenswerten thermischen Spuren mehr hinterlassen, als die Hauptschlagader des Atlantischen Ozeans. Die Auffassung von *Le Danois*, dass der Golfstrom sich in wirksamen Ausläufern nicht über den 40. Grad westl. Läbge nach Osten zu den Küsten NW-Europas fortsetzt, ist also unzutreffend.

In Abb. 5 ist die mittlere Lage des Stromstrichs, das heisst die Achse der maximalen Geschwindigkeit, wie sie sich aus den Ergebnissen hydrodynamischer Berechnungen auf Grund moderner ozeanographischer Querprofile von Temperatur und Salzgehalt ergibt, eingetragen. Der Stromstrich liegt etwas exzentrisch, nach der linken Seite der Warmwasseransammlung verschoben. In dieser Karte sind auch die Benennungen angegeben, die den 6 Stromabschnitten des Warmwasserbandes zukommen. Da der Name « *Golfstrom* » für den Laten immer mit der Vorstellung hoher Stromstärken verknüpft ist, wird er auf die amerikanische Seite (Stromabschnitt 4) beschränkt. Die ganze Stromerscheinung wird zusammenfassend das « *Gulfstromsystem* » genannt. Im NE-Atlantischen Ozean sprechen wir bis zu den Fär-Öer vom « *NE-Atlantischen Strom* » und vor den Küsten Norwegens vom « *Norwegischen Strom* » und nicht vom eigentlich « *Golfstrom* ». Denn hier handelt es sich nur um schwücher bewegte Ausläufer des eigentlichen amerikanischen Golfstromes, denen infolge der fortschreitenden Vermischung nur noch geringe Mengen salzreichen und warmen Golfstromwassers beigemischt sind, Mengen, die zwar genügen, um noch bis 78°N-Breite einen Wärmeüberschuss von einigen Celsiusgraden gegenüber dem Polarwasser aufrecht zu erhalten. Dieser anscheinend geringfügige Wärmeüberschuss des Wassers reicht aber aus, um in der darüberliegenden Atmosphäre, besonders im Winter, Luftbewegungen zu veranlassen, die eine häufige Überflutung NW-Europas mit warmen ozeanischen Luftmassen und damit eine für diese Breiten erstaunliche Milderung des Klimas zur Folge haben.