

411 | 1981

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

K.H. Kwik

**Untersuchung über den Schiffsverkehr
in der inneren Deutschen Bucht im
Bereich der Wegeführungsenden**

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

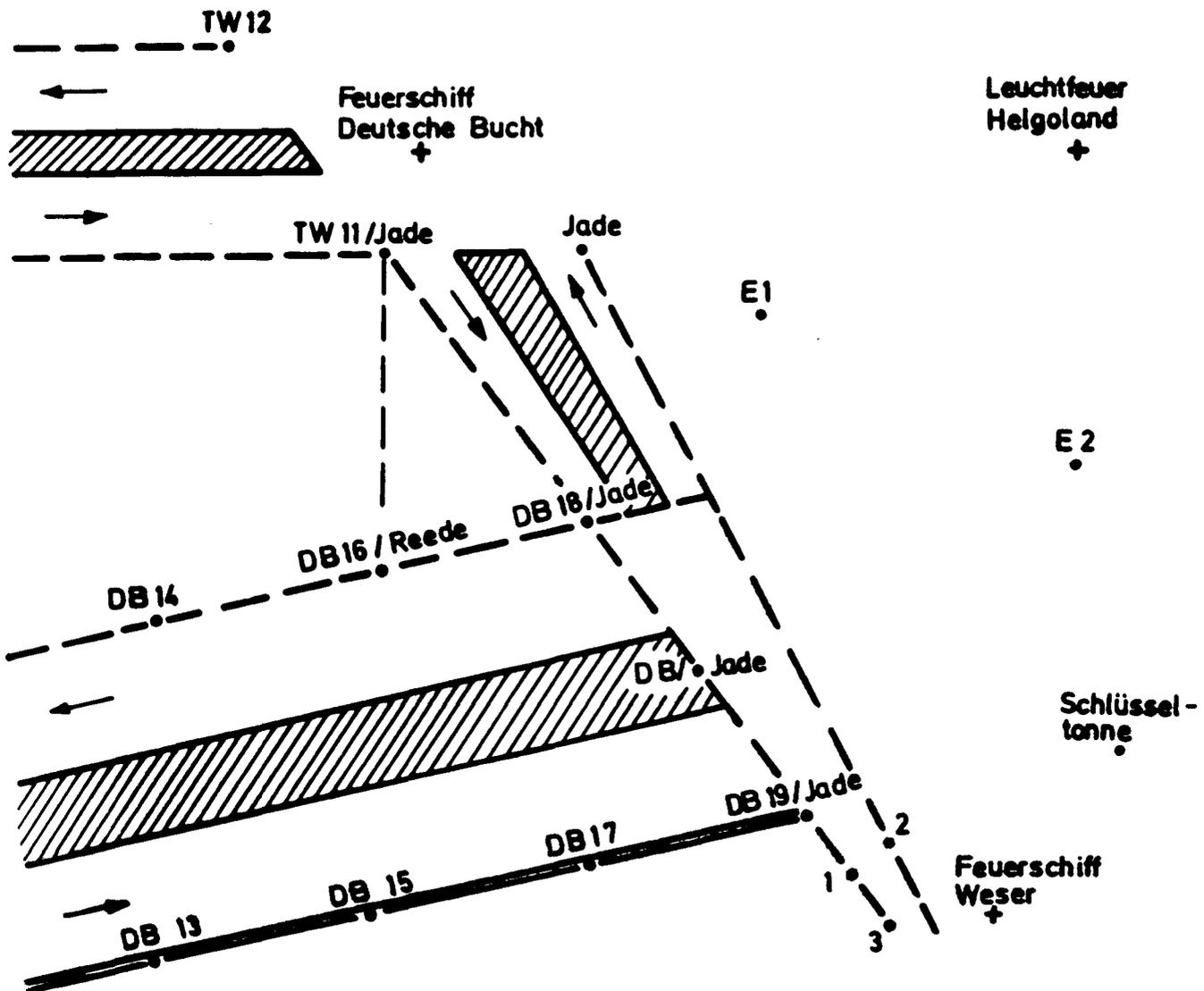
**Untersuchung über den Schiffsverkehr in der inneren Deutschen Bucht im Bereich der
Wegeführungsenden**

K.H. Kwik, Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1981

© Technische Universität Hamburg-Harburg
Schriftenreihe Schiffbau
Schwarzenbergstraße 95c
D-21073 Hamburg

<http://www.tuhh.de/vss>

Die derzeitigen Positionen der Tonnen im Bereich der östlichen Enden der Verkehrstrennungswege in der inneren Deutschen Bucht.



Untersuchung über den Schiffsverkehr in der inneren Deutschen Bucht im Bereich der Wegeführungsenden

Von Dr.-Ing. K.H. Kwik
Institut für Schiffbau der Universität Hamburg

Zur Prüfung der Frage, ob das bestehende Wegeführungssystem in der inneren Deutschen Bucht angesichts der Zunahme der Verkehrsdichte und der Schiffe mit gefährlichen Ladungen den heutigen Anforderungen noch genügt, oder ob eine Änderung der Verkehrsregelung zur Herabsetzung der Gefahr von Zusammenstößen geboten erscheint, ist 1980 mit Förderung durch das Bundesverkehrsministerium eine Verkehrsanalyse im Kreuzungsgebiet vor Jade, Weser und Elbe durchgeführt worden.

Der vorliegende Bericht stellt den Schlußbericht zu dieser ersten Untersuchung dar.

Aufzeichnung des Schiffsverkehrs

Die Aufzeichnung des Schiffsverkehrs erfolgte, indem das auf einem an geeigneter Stelle verankerten Schiff empfangene Radarbild des umliegenden Verkehrs fortlaufend gefilmt wurde. Wie bei früheren, ähnlichen Untersuchungen wurde eine handelsübliche Super-8-Kamera benutzt und eine Zeitraffertechnik (4 Einzelbilder pro Minute) angewendet. Da neben dem Radarschirm eine Uhr lief, wurden so die Bewegungsabläufe aller erfaßten Schiffe sowie ihre zeitliche Zuordnung festgehalten. Der einmal aufgezeichnete Verkehr kann für die spätere Analyse und für Demonstrationszwecke beliebig oft abgespielt werden.

Zwei Meßreihen waren vorgesehen. Die erste sollte sich über die 16. und 17. Woche 1980 erstrecken, die zweite über die 27. und 28. Woche 1980. Aus technischen Gründen fand die erste Meßreihe an folgenden Tagen statt:

vom 14.4.80 13.30 Uhr bis 18.4.80 24.00 Uhr,
am 19.4.80 von 3.00 bis 9.30 Uhr, und
vom 22.4.80 3.00 Uhr bis 24.4.80 17.00 Uhr.

Insgesamt sind in der ersten Meßreihe also 175 Stunden Verkehr festgehalten.

Die zweite Meßreihe dauerte ununterbrochen vom 30.6.80 15.00 Uhr bis 11.7.80 10.00 Uhr, erfaßte also 259 Stunden Verkehrsgeschehen.

Es war auch beabsichtigt, die Aufzeichnungen von zwei Schiffen aus durchzuführen: vom Feuerschiff "Deutsche Bucht" und vom Tonnenleger "Walter Körte", damit ein größeres Seegebiet beobachtet werden konnte. Leider waren mit dem Feuerschiff Schwierigkeiten aufgetreten: zunächst funktionierte während der ersten Meßreihe die Kamera an Bord dieses Schiffes nicht einwandfrei, dann waren während der zweiten Meßperiode zu den Zeitpunkten, an denen die Kamera an Bord gebracht werden sollte, Wind- und Wetterverhältnisse derart, daß ein Ausbooten zum Feuerschiff nicht möglich war.

Als einzige Beobachtungsstation blieb uns also der Tonnenleger "Walter Körte". Dieses Schiff wurde zum Zwecke der Radarbildaufzeichnung ins Zentrum des Verkehrsgeschehens (in die Nähe des Ostzipfels der sog. Tiefwasserreede) gebracht und dort verankert. Seine Position während der ersten Meßreihe war $54^{\circ} 02' N$, $7^{\circ} 31' 0$ (ca. 1.2 sm nordwestlich der Tonne DB 18/Jade) und während der zweiten Meßreihe $54^{\circ} 03' N$, $7^{\circ} 30' 0$ (ca. 2.2 sm nordwestlich der Tonne DB 18/Jade). Der Radarbereich wurde die ganze Zeit auf 12 sm eingestellt. Aufgrund der Antennenhöhe konnten mit dieser Einstellung einerseits eine ausreichende Gebietsüberdeckung erreicht, andererseits kleinere Schiffe noch zuverlässig erfaßt werden. Aufgezeichnet wurden also alle Schiffe im Umkreis von 12 sm von der Position der "Walter Körte". Das Radar überdeckte also das küstennahe Verkehrstrennungsgebiet (Verkehrstrennungsgebiet Terschelling-Deutsche Bucht, auch "Borkumweg" genannt) und das küstenferne Verkehrstrennungsgebiet (Verkehrstrennungsgebiet Feuerschiff Deutsche Bucht-Westansteuerung, auch "Tiefwasserweg" genannt) im Bereich der östlichen Enden, das Verkehrstrennungsgebiet Jade-Ansteuerung, die "Pre-

cautionary Area", die Tiefwasserreedee und ein ausgedehntes Gebiet östlich des Verkehrstrennungssystems (siehe Abb. 1).

Ergebnisse der Auswertung

In [1] finden sich bereits Ergebnisse der Aufzeichnungen vom 1.7. bis 7.7.80. Diese Ergebnisse sind in dem jetzt vorliegenden Bericht mit verarbeitet, um alle Ergebnisse gemeinsam diskutieren zu können.

Die Abb. 2 bis 89 zeigen die Kurslinien aller auf der Durchfahrt befindlichen Schiffe ohne der fischenden Fahrzeuge. (Die Kurslinien für den Zeitraum vom 1.7. bis 7.7.80 sind hier allerdings nicht mehr aufgeführt.) Jedes Bild repräsentiert eine Zeitspanne von 3 Stunden. Der Maßstab der Bilder ist der gleiche wie bei der DHI-Seekarte Nr. 50 D. Aus diesen Bildern erhält man einen guten Überblick über die von den Schiffen eingeschlagenen Wege. Augenfällig sind die Kursänderungen in der Precautionary Area und die starke Massierung im küstennahen Verkehrstrennungsgebiet. Auf der beigegefügt Klarsichtfolie sind neben den Wegeführungen die derzeitigen Positionen der Tonnen im Bereich des untersuchten Gebiets angegeben. Die Folie kann mit den Bildern in Deckung gebracht werden, woraus man zusätzliche Informationen hinsichtlich der Vorliebe mancher Schiffsführer für die "Tonnennavigation" gewinnen kann.

Es wurden insgesamt 2359 durchgehende Schiffe gezählt. Davon benutzten 1895 (=80.3 %) das küstennahe Verkehrstrennungsgebiet, 121 (=5.1 %) das küstenferne Verkehrstrennungsgebiet und 124 (=5.3 %) das Verkehrstrennungsgebiet Jade-Ansteuerung. Der Verkehr von der Elbmündung zum Tiefwasserweg und umgekehrt (Anteil 3.9 %) fand außerhalb der Jade-Ansteuerung auf dem direkten Weg statt.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Belegung der Fahrwege und die Zahl der Falschfahrer, Tabelle 2 die tägliche Schiffszahl im April 1980 und Tabelle 3 die tägliche Schiffszahl im Juli desselben Jahres. (In den beiden letztgenannten Tabellen sind nur jene Tage aufgeführt, für die es eine Aufzeichnung über volle 24 Stunden gibt.)

Verkehr im küstennahen Trennungsgebiet

Die erste Meßreihe ergab einen mittleren, täglichen Durchsatz von 59.0 Schiffen in Ostrichtung und 56.2 in Westrichtung, die zweite Meßreihe einen solchen von 45.7 Schiffen in Ostrichtung und 54.2 in Westrichtung. Diese Zahlen sind etwas geringer als nach Angaben der WSD Nordwest, vgl. Tabelle 4. Das könnte daran liegen, daß unsere Beobachtungen zufällig auf "ungünstige" Tage fielen oder daß die Daten der WSD Nordwest fischende Fahrzeuge mit einschließen. Daß in der zweiten Meßreihe der tägliche Durchsatz durchweg geringer ausfällt als in der ersten, kann als zufällig betrachtet werden angesichts der Tatsache, daß der ersten Meßreihe nur 6, der zweiten nur 10 Tage zugrunde liegen. Wichtiger ist der Umstand, daß der Durchsatz in Ost- und Westrichtung im Mittel ungleich ist. Hier liegt die Vermutung nahe, daß ein Teil des durchgehenden Verkehrs, im Gegensatz zur Seestraßenordnung, sich in der angrenzenden Küstenverkehrszone abspielt. Ein Beweis hierfür kann hier jedoch nicht gegeben werden, da die Reichweite des zur Verfügung stehenden Radars zu gering war, um auch den Verkehr in der Küstenverkehrszone zu erfassen. (Eine Verkehrsuntersuchung speziell für dieses Gebiet scheint angebracht.) Es erscheint aber richtiger, davon auszugehen, daß die Zahlen des ost- und westgehenden Verkehrs durchschnittlich gleich sind.

Von den erfaßten 1895 Schiffen haben 15 (=0.8 %) falsch (d.h. entgegengesetzt zur vorgeschriebenen Fahrtrichtung auf einem Richtungsfahrweg) gefahren. Von den westgehenden Schiffen haben 43 (=4.4 %) am Anfang der Verkehrstrennung unter völliger Mißachtung der Trennzone "die Kurve geschnitten". Fünf Schiffe blieben ganz in der Trennzone. Einige Beispiele für beobachtetes, ungeordnetes Fahrverhalten sind in Abb. 90 schematisch dargestellt.

Die Schiffe, die unter Mißachtung der Trennzone die Kurve geschnitten haben, kamen sämtlich aus südlicher Richtung (Jade/Weser) und hatten Geschwindigkeiten, die über dem Durchschnitt lagen. (Diese Schiffe hatten es offensichtlich sehr eilig.) Nicht in der oben angegebenen Zahl enthalten sind jene Schiffe, die zwar "die Kurve schnitten", die Trennzone jedoch sauber umfuhren.

Abgesehen von diesen "Rowdies" kann die Disziplin im Verkehrstrennungsgebiet im allgemeinen als gut bezeichnet werden.

Die Belegung der Fahrwege an einer bestimmten Stelle ist wie in Abb. 91 dargestellt. Man erkennt einen leichten Überhang jeweils zum rechten Fahrwegrand. Hier sind auch die Tonnen zur Markierung des Verkehrstrennungsgebiets angebracht. Offensichtlich werden diese Tonnen gern als Orientierungshilfen benutzt und fühlen sich viele Schiffsführer in ihrer Nähe "sicher". Hier zeigt sich ein Weg, durch geschickte Anordnung der Tonnen einen bestimmten Einfluß auf die Verkehrsstruktur nehmen zu können.

Die Geschwindigkeit der ostgehenden Schiffe ist wie in Abb. 92 verteilt. Der Mittelwert ist 13.91 kn und die Standardabweichung 3.20 kn.

Die Geschwindigkeit der westgehenden Schiffe ist wie in Abb. 93 verteilt. Der Mittelwert ist 13.50 kn und die Standardabweichung 3.20 kn.

Die Verkehrsdichte (Anzahl der Schiffe pro Flächeneinheit) kann auf einem Einbahnweg mit

$$\rho = \frac{n}{y V_m}$$

angenähert werden. (n ist die stündliche Zahl der passierenden Schiffe, y die Wegbreite in Seemeilen und V_m die mittlere Geschwindigkeit in Knoten.) Damit ergibt sich eine Verkehrsdichte für den Fahrweg Richtung Ost von 0.050 pro sm^2 und für den Fahrweg Richtung West von 0.056 pro sm^2 .

Diagonalverkehr

Unter der Bezeichnung "Diagonal" sind in den Tabellen 2 und 3 jene Schiffe aufgeführt, die das untersuchte Gebiet offensichtlich unter völliger Mißachtung der Existenz eines Wegeführungssystems mehr oder weniger diagonal durchkreuzten. Erfreulicherweise sind die Zahlen niedrig. Durchquerungen in südöstlicher Richtung fanden durchschnittlich ca. zweimal pro Tag statt, solche in nordwestlicher Richtung ein- bis zweimal. Möglicherweise handelt es sich hier um "Wegabkürzer" vom/zum Tiefwasserweg.

Verkehr im küstenfernen Trennungsgebiet

Der mittlere, tägliche Durchsatz beträgt rund 3 Schiffe in jeder Richtung. Davon gingen durchschnittlich rund 1 in die Jade-Ansteuerung bzw. kamen von dort. Der Rest fuhr zur bzw. kam von der Elbmündung unter Umgehung des Verkehrstrennungsgebiets Jade-Ansteuerung.

Von den insgesamt beobachteten 64 Schiffen in Westrichtung haben 6 (=9.4 %) unter Mißachtung der Trennzone am Anfang der Verkehrstrennung "die Kurve geschnitten". Es wurden keine "Falschfahrer" festgestellt.

Die Geschwindigkeitsverteilung für die ostgehenden Schiffe ist in Abb. 94 dargestellt. Der Mittelwert der Geschwindigkeit ist 13.16 kn, die Standardabweichung 3.10 kn.

Die Geschwindigkeitsverteilung für die westgehenden Schiffe ist in Abb. 95 dargestellt. Der Mittelwert der Geschwindigkeit ist 13.43 kn, die Standardabweichung 2.74 kn.

Die Verkehrsdichte auf dem Fahrweg Richtung Ost ergibt sich zu 0.0050 pro sm^2 und auf dem Fahrweg Richtung West zu 0.0055 pro sm^2 .

Verkehr im Trennungsgebiet Jade-Ansteuerung

Die Mehrzahl der das Trennungsgebiet Jade-Ansteuerung benutzenden Schiffe kam nicht vom bzw. fuhr nicht zum Tiefwasserweg, sondern von bzw. zu einem Gebiet nördlich des Tiefwasserwegs. Eine plausible Erklärung hierfür konnte noch nicht gefunden werden. Die Zahl der südgehenden Schiffe betrug im Durchschnitt täglich rund 4, die der nordgehenden Schiffe rund 3.

Von den insgesamt beobachteten 124 Schiffen fuhren 5 (=4.0 %) auf der falschen Fahrwegseite, durchquerten 8 (=6.5 %) die Trennzone an den Enden des Trennungsgebiets und fuhren 8 die ganze Strecke in der Trennzone.

Die Geschwindigkeit der südgehenden Schiffe ist wie in Abb. 96 verteilt. Der Mittelwert ist 13.76 kn, die Standardabweichung 3.35 kn.

Die Geschwindigkeit der nordgehenden Schiffe ist wie in Abb. 97

verteilt. Der Mittelwert ist 13.76 kn, die Standardabweichung 2.22 kn.

Die Verkehrsdichte auf dem Fahrweg Richtung Süd ergibt sich zu 0.0117 pro sm^2 und auf dem Fahrweg Richtung Nord zu 0.0091 pro sm^2 .

Verkehr außerhalb des Trennungssystems

In der letzten Spalte der Tabellen 2 und 3 sind jene auf der Durchfahrt befindlichen Schiffe aufgeführt, die das Verkehrstrennungssystem nicht berührt haben. Es handelt sich dabei um den Verkehr, der sich außerhalb des Verkehrstrennungssystems, aber im Bereich der Radarerfassung abspielte. Hierzu zählen vor allem der Verkehr im Gebiet östlich der Jade-Ansteuerung und die Schiffe, die (verkehrswidrig!) in der Küstenverkehrszone oder nördlich des Borkumwegs ganz nahe am "Tonnenstrich" entlang fahren. Die Zahl der erfaßten Schiffe beträgt durchschnittlich rund 8 pro Tag.

Die Precautionary Area

Dies ist das Gebiet im Kreuzungsbereich der Jade-Ansteuerung mit dem Borkumweg, wo die Gefahr einer Kollision wohl am größten ist. Einmal ist hier die Verkehrsdichte nicht unbeträchtlich und zum anderen nehmen die Schiffe in diesem Gebiet unterschiedliche, dazu noch veränderliche Kurse an, wie die Untersuchung gezeigt hat.

Besonders kritisch ist dieses Gebiet für ein aus nördlicher Richtung von der Jade-Ansteuerung kommendes Schiff, das in der Regel ein größeres Schiff mit gefährlicher Ladung ist (Tanker). Dieses Schiff kommt nicht nur mit dem Querverkehr in Begegnung, sondern auch mit Entgegenkommern oder Nahezu-Entgegenkommern aus südlichen Richtungen, die möglicherweise vor dem Bug nach Backbord abdrehen (um in den Fahrweg des küstennahen Verkehrstrennungsgebiets zu gelangen).

Kurse und Geschwindigkeiten der Schiffe, die in den Borkumweg einlaufen oder aus dem Borkumweg kommen, sind wie in Tabelle 5

verteilt. Es sind dies die Schiffe, die die Kurslinie eines einlaufenden Tankers kreuzen, also potentielle Kollisionsgegner des Tankers darstellen. Es überwiegen zwar die Schiffe mit Ost- und Westkursen (Querverkehr für den Tanker), der Anteil der Schiffe mit nordwestlichen Kursen, die also auf Gegenkurs zum einlaufenden Tanker stehen, ist aber auch nicht gering. Die Verkehrsdichte wurde durchschnittlich mit 0.053 pro sm^2 ermittelt.

Ankerlieger in der Tiefwasserreedee

Während der gesamten Beobachtungszeit gingen 14 Schiffe in der Tiefwasserreedee vor Anker. Dies entspricht einer Frequentierung von durchschnittlich 0.67 Schiffen pro Tag.

Fischende Fahrzeuge

Es wurde ständig eine größere Zahl von fischenden Fahrzeugen (bis zu 30) in den Verkehrstrennungsgebieten oder deren unmittelbaren Nähe beobachtet. Diese Fahrzeuge waren dadurch erkennbar, daß sie entweder nur geringe Fahrt aufnahmen oder unregelmäßige Bewegungen ausführten. Wegen der Schwierigkeit der Erfassung ihrer Kurse und Geschwindigkeiten, sind diese Schiffe in der vorliegenden Auswertung jedoch ausgeklammert.

Es wird aber darauf hingewiesen, daß diese Schiffe mal kreuz und quer durch die Verkehrstrennungsgebiete herumschwirrten, mal auf den Fahrwegen pulkweise längere Zeit stehen blieben und die Fahrwege blockierten oder auch auf den Fahrwegen sich gegen die allgemeine Fahrtrichtung fortbewegten. Es wurde mehrmals beobachtet, daß ein durchfahrendes Schiff den Fahrweg verlassen mußte um dem Pulk auszuweichen.

Zweifellos stellen fischende Fahrzeuge in einem Verkehrstrennungsgebiet für den durchgehenden Verkehr eine Behinderung dar und können ihre unberechenbaren Bewegungen bei anderen Verkehrsteilnehmern Reaktionen mit möglicherweise fatalen Folgen auslösen. Das Fischen in Verkehrstrennungsgebieten oder deren unmittelbaren Nähe sollte deshalb im Interesse der Sicherheit gegen Kollisionen verboten werden.

Einfluß der Tageszeit auf den Verkehr

Tabelle 6 gibt die mittlere Schiffszahl bei Tage und bei Dunkelheit für die verschiedenen Fahrwege. Basis der Untersuchung sind die Daten von 16 Tagen bzw. 16 Nächten.

Auf dem Borkumweg ist für die Ostrichtung nahezu kein Unterschied in der Schiffszahl festzustellen, für die Westrichtung dagegen ist die Schiffszahl bei Dunkelheit um 43 % höher als bei Tage.

Der Tiefwasserweg wird offensichtlich bei Dunkelheit in jeder Richtung von mehr Schiffen befahren als bei Tage (um 14 bzw. 36 % mehr).

Auf der Jade-Ansteuerung sind die Zahlen für die Südrichtung ausgeglichen; in Nordrichtung fahren hier bei Dunkelheit mehr Schiffe als bei Tage (um 25 % mehr).

Diagonalverkehr findet bei Tage öfter statt als bei Dunkelheit (um 25 % mehr).

Einfluß der Jahreszeit

Die bisherigen Daten lassen eine einigermaßen sichere Aussage zum Einfluß der Jahreszeit nicht zu: es sind nur Verkehrsaufzeichnungen für April (9 Tage) und Juli (12 Tage) vorhanden. Für eine sichere Aussage sind dagegen mindestens 6 gleichmäßig übers Jahr verteilte Verkehrsbeobachtungen erforderlich.

Mit Vorsicht kann aus den bisherigen Ergebnissen (vgl. Tabelle 2 und 3) nur festgestellt werden, daß der Verkehr vom April bis Juli 1980 sich nicht wesentlich geändert hat.

Einfluß der Tide

Auf den Revieren hat die Tide sicher einen Einfluß auf die Zahl der eine bestimmte Stelle pro Zeiteinheit passierenden tiefgehenden Schiffe. Zu untersuchen stand die Frage, ob und inwieweit die Tide einen Einfluß auf den Verkehr im untersuchten Gebiet hat.

Um der Frage nachzugehen, wurde der Einfachheit halber nur der in die Jade einlaufende Verkehr näher betrachtet. Es wurde un-

tersucht, ob es zu bestimmten Stunden in bezug auf das Hochwasser in Wilhelmshaven die Häufigkeit der passierenden Schiffe anwächst. Hierzu wurden die Zeitpunkte beim Passieren der Tonne DB 18/Jade bestimmt. Angemerkt sei, daß die Distanz von dieser Tonne bis zum Ölpier Wilhelmshaven ca. 40 sm beträgt, daß der Scheitel des Hochwassers auf der Jade sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 18 kn fortbewegt und daß einlaufende Großtanker im allgemeinen ca. 2 Stunden vor Hochwasser bereits in Wilhelmshaven zu sein pflegen um die nötigen Anlegemanöver noch in der verbleibenden Zeit bis Hochwasser ausführen zu können.

Das Ergebnis der Untersuchung ist in Tabelle 7 angegeben. Daraus ist eine Präferenz für eine bestimmte Stunde nicht festzustellen. Die Annahme einer über die Zeit gleichmäßigen Verteilung der Schiffspassagen kann, auf dem 5 %-Niveau, aufgrund der Ergebnisse nicht widerlegt werden.

Dies mag zunächst vielleicht überraschen. Zu bedenken ist aber, daß die Distanz zum Festland doch verhältnismäßig groß ist und daß es sich bei den betrachteten Schiffen nicht ausnahmslos um Großtanker handelte. Mögliche tideabhängige Bewegungen der Großtanker könnten durch die tideunabhängigen Bewegungen der kleineren Schiffe überdeckt werden. Besser wäre es natürlich, nur die Bewegungen der Großtanker zu betrachten. Hierzu ist es aber erforderlich, die Schiffe vorher zu identifizieren.

Einfluß des Wetters

Für die gesamte Beobachtungszeit liegen Angaben über das Wetter auf den Feuerschiffen "Deutsche Bucht" und "Weser" vor. Das Wetter wurde auf diesen Feuerschiffen alle 3 Stunden beobachtet. Danach war die Sicht nur einmal 3 bis 6 Stunden lang zwischen 500 und 1000 m (Nebel, meteorologischer Code 93) und nur einmal zwischen 1000 m und 1 sm (Regen und feuchter Dunst, met. Code 94). Beides wurde auf dem Feuerschiff "Weser" im Monat Juli festgestellt. Bei 147 der 149 Beobachtungen war dort die Sicht besser als 1 sm, bei 65 % der Beobachtungen besser als 5 sm. Abb. 98 gibt Auskunft über die Sicht- und Windverhältnisse auf diesem Feuerschiff während der Messungen. Die Sicht auf dem Feuerschiff "Deutsche Bucht" war im allgemeinen etwas besser.

Tabelle 8 gibt Anzahl und Geschwindigkeit der Schiffe auf dem Borkumweg während der höchstens 12 Stunden, bei denen die Sicht geringer als 1 sm betrug. In dieser Zeit fuhren 29 Schiffe in Ost- und 27 Schiffe in Westrichtung. Das entspricht einem Durchsatz von 2.42 bzw. 2.25 Schiffen pro Stunde. Diese Werte sind von der selben Größenordnung wie der Durchschnitt für alle Beobachtungen (2.09 bzw. 2.28 Schiffe pro Stunde). Auch die mittleren Geschwindigkeiten im Nebel (13.10 bzw. 13.44 kn) fallen nicht sehr verschieden von denen der Gesamtbeobachtung aus. Es muß aber betont werden, daß die "Nebelzeiten" zu gering waren um statistisch signifikante Folgerungen für den Verkehr ableiten zu können.

Identifizierung der Schiffe

Unter "Identifizierung" wird in diesem Zusammenhang die Feststellung von Name und gegebenenfalls Registerland eines Schiffes verstanden, um mit Hilfe von Schiffsregistern sowie Ankunfts- und Abfahrtslisten der Häfen Auskunft über Einzelheiten wie Nationalität, Größe, Typ, Antrieb, Manövriereinrichtung, Ladung sowie Herkunfts- und Zielhafen zu erhalten.

Die geplante Schiffside ntifizierung von der "Walter Körte" aus konnte nicht durchgeführt werden, da die Entfernungen zu den Schiffen sich als zu groß erwiesen haben. Eine Identifizierung aller Schiffe ist aber erwünscht, damit eine Aufschlüsselung des Verkehrs z.B. nach Größe und Typ der Fahrzeuge vorgenommen werden kann. Man sollte deshalb überlegen, künftig Schnellboote oder Kleinstflugzeuge für eine lückenlose Schiffside ntifizierung einzusetzen, so wie es die Briten im Ärmelkanal tun.

Kollisionsprognosen für einen einlaufenden Tanker

Nachdem Einzelheiten des Verkehrs bekannt sind (und aus einer früheren Untersuchung auch das Verhalten der Schiffe bei gefährlichen Kursen), können Prognosen für das Eintreten einer Kollision erstellt werden. Wir wollen jetzt bestimmen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein einlaufender Tanker mit einer Kollision rechnen muß. Der Tanker sei 320 m lang, habe eine Geschwindig-

keit von 12 kn und einen Drehkreisradius von 500 m. Eine Kollision sei als stattgefunden angenommen, wenn der geringste Abstand zum anderen Schiff beim Begegnen trotz eines eingeleiteten Manövers kleiner als 150 m wird.

Das Modell zur Berechnung der Kollisionsrate wurde seinerzeit entwickelt, um die Sicherheit gegen Kollisionen zahlenmäßig erfassen zu können. Es sind sowohl die Gegebenheiten des Verkehrs als auch das Verhalten der Schiffe bei gefährlichen Annäherungen und die Manövrierfähigkeit der Schiffe berücksichtigt. Die Abhängigkeit von den Sichtverhältnissen ist implizite gegeben, insofern als Verkehrsstruktur und Schiffsverhalten sich mit den Sichtverhältnissen ändern. Nähere Einzelheiten sind in [2] zu finden.

Wir führen die Berechnung für folgende Fälle durch:

- I. Das Schiff läuft in die Precautionary Area, Kurs 145° , Verkehrsstruktur wie zur Zeit vorherrschend.
- II. Das Schiff kreuzt die Verkehrsströme vom und zum Borkumweg nur im rechten Winkel.
- III. Das Schiff läuft kreuzungsfrei ein, aber in einem Verkehrsstrom, der dem derzeitigen Verkehrsstrom des Borkumwegs in Ostrichtung entspricht.
- IV. Das Schiff läuft in einem Verkehrsstrom entsprechend dem derzeitigen Verkehrsstrom des Borkumwegs in Ostrichtung ein, begegnet dabei jedoch zusätzlich dem Verkehrsstrom in Westrichtung, der auf einer Strecke von 20 sm den Weg des einlaufenden Schiffes in einem Winkel von 140° kreuzt.

Die beschriebenen Fälle sind in Abb. 99 und 99a schematisch dargestellt.

Fall II könnte realisiert werden durch eine Änderung der Wegeführung in der Weise, daß bei Befolgung der Vorschriften durch alle Schiffe der aus nördlicher Richtung kommende Tanker den Verkehr vom und zum Borkumweg zwangsläufig nur in einem rechten Winkel kreuzen kann (siehe Abb. 100).

Fall III wäre nur zu verwirklichen durch Verlegung des gesamten durchgehenden Verkehrs in ein neues Verkehrstrennungsgebiet etwa

an der Stelle des jetzigen Tiefwasserwegs und Sperrung des jetzigen Borkumwegs und der Küstenverkehrszone für jeden Durchgangsverkehr. Es sind nur noch Kollisionen mit überholten und überholenden Fahrzeugen möglich.

Fall IV entspricht Fall III mit der Einschränkung, daß über einen bestimmten Bereich Begegnungen auf kreuzenden Kursen stattfinden. Dieser Fall tritt ein, wenn der Gegenverkehr nicht stets auf dem gegenüberliegenden Fahrweg abläuft, sondern zur Wegabkürzung den Weg des Tankers kreuzt. Die Werte für die Strecke und den Winkel der Begegnungen sind unter Berücksichtigung der bestehenden Wegführung vor der niederländischen Küste und einer denkbaren Überwachung des Verkehrs im Umkreis von 30 Seemeilen von Helgoland angenommen.

Die Verweilzeiten des Tankers in den beschriebenen Verkehrssituationen sind im Fall I 0.67 Stunden, im Fall II 0.5 Stunden, im Fall III unter der Annahme, der Tanker sei die ganze Strecke von Hoek van Holland bis zur Jademündung der beschriebenen Verkehrssituation ausgesetzt, 20.8 Stunden und im Fall IV 1.67 Stunden. Unter Berücksichtigung dieser "Durchfahrtszeiten" liefert die Berechnung folgende Ergebnisse:

	Eine Kollision in	Verbesserung gegenüber Fall I
Fall I	9470 Durchfahrten	--
Fall II	12480 Durchfahrten	24 %
Fall III	16870 Durchfahrten	44 %
Fall IV	9950 Durchfahrten	5 %

Wenn also der einlaufende Tanker den Querverkehr nur im rechten Winkel kreuzt, statt wie derzeit in der Precautionary Area den Schiffen unter verschiedenen Winkeln zu begegnen, wird die Wahrscheinlichkeit einer Kollision im Vergleich zur augenblicklichen Situation um 24 % reduziert. Wird jede Begegnung mit entgegenkommenden und kreuzenden Schiffen beseitigt, wird die Kollisionswahrscheinlichkeit etwa halbiert.

Inwieweit eine Wegführung entsprechend Fall III in der Praxis realisiert werden kann, ist eine andere Frage und soll hier nicht

weiter erörtert werden. Es muß nur betont werden, daß die Ergebnisse wie angegeben insoweit nur gelten, als alle Verkehrsteilnehmer die beschriebenen Wegeführungen und entsprechenden Vorschriften strikt befolgen; beim Fall III also alle ankommenden Schiffe in gleicher Richtung wie der Tanker fahren und Entgegenkommerbegegnungen sowie Begegnungen auf kreuzenden Kursen nicht stattfinden. Treten diese Begegnungen dennoch auf, erhöht sich die Kollisionswahrscheinlichkeit beträchtlich, wie das Beispiel von Fall IV zeigt, wo die Verbesserung von 44 auf 5 % zurückfällt.

Vorschlag zur Verbesserung der Wegeführung

Schwachstelle des jetzt bestehenden Verkehrstrennungssystems in der inneren Deutschen Bucht ist der Kreuzungsbereich des Borkumwegs mit der Jade-Ansteuerung (die "Precautionary Area"), wo verschiedene und dazu noch veränderliche Kurse gefahren werden. Der aus der Jadeansteuerung aus nördlicher Richtung kommende, in der Regel beladene Tanker ist hier einem unregelmäßigen, dichten Verkehr ausgesetzt. Entgegenkommende oder fast-entgegenkommende Schiffe aus südlicher Richtung, die vor dem Bug nach Backbord abdrehen, können für ihn irritierend sein. Tatsächlich haben sich dort auch Kollisionen ereignet, deren Umstände genau dem Gesagten entsprechen. Vorkehrungen sollten deshalb getroffen werden, damit die Bewegungen der Schiffe in diesem Gebiet vorhersehbar ("berechenbar") werden.

Verschiedene Vorschläge zur Verbesserung der Wegeführung haben vorgelegen und sind in [1] ausführlich diskutiert. Unter Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten hat sich jene Lösung als das Zweckmäßigste ergeben, die die Beibehaltung des bestehenden Zwei-Wege-Systems bei gleichzeitiger Entschärfung der Precautionary Area beinhaltet. In Abb. 100 ist diese Lösung schematisch dargestellt. Grundgedanke bei dieser Lösung ist, daß der einlaufende Tanker die Verkehrsströme nur im rechten Winkel kreuzen soll. Der aus südlicher Richtung kommende Verkehr wird so geführt, daß er an der Kreuzung mit dem Tankerweg bereits nach Westen gerichtet ist. Unsicherheiten

bezüglich der Kurse dieser Schiffe können nicht mehr auftreten. Die nummerierten Punkte in Abb. 100 sind Vorschläge für die Positionierung der Tonnen. Die aus Jade/Weser auslaufenden und den Borkumweg ansteuernden Schiffe sollen Tonne 9 an Backbord passieren und anschließend Tonne 7, nicht Tonne 6, ansteuern. Die Einrichtung einer zentralen Lotsenstation, die z.Zt. diskutiert wird, hat den Vorteil der Zentralisierung, ist aber wenig verbraucherfreundlich. Nicht die Schiffe sollen die Station zur Annahme und Abgabe des Lotsen ansteuern, sondern die Station soll so weit wie möglich an den Schiffswegen angebracht werden. Unter der Voraussetzung, daß das Problem der Lotsenversetzung auf kleinere Schiffe bei rauher See gelöst ist, könnten bei Nr. 3 und 4 Lotsenstationen für die aus Elbe/Jade/Weser auslaufenden Schiffe positioniert werden und bei Nr. 2 und 5 solche für die in Elbe/Jade/Weser einlaufenden. Durch eine zusätzliche Überwachung und Beratung des Verkehrs kann die Sicherheit weiter erhöht werden.

Folgerungen

Die Verkehrsuntersuchung im Bereich der Wegeführungsenden in der inneren Deutschen Bucht hat u.a. ergeben, daß mehr als 80 % des erfaßten, durchgehenden Verkehrs den Borkumweg benutzten und nur etwa 5 % jeweils den Tiefwasserweg und die Jade-Ansteuerung. Das bedeutet, daß die überwiegende Mehrzahl der Schiffe den kürzesten und natürlichen Weg des küstennahen Verkehrstrennungsgebiets bevorzugt und es offenbar nur wenige Schiffe gibt, die aufgrund der Ladung oder des Tiefgangs das küstenferne Verkehrstrennungsgebiet benutzen müssen.

Innerhalb der Verkehrstrennungen verhielten sich die Schiffe diszipliniert. Die Anzahl der "Falschfahrer" war sehr gering. Gering war auch die Anzahl der Schiffe, die offensichtlich ohne sich um die Existenz von Verkehrstrennungsgebieten zu kümmern, schnurstracks das Gebiet querten.

Fischende Fahrzeuge waren in größerer Zahl fast ständig im Bereich der Enden der Verkehrstrennungswege zu beobachten. Mit ihren unberechenbaren Bewegungen stellen sie für den durchgehen-

den Verkehr eine Gefahr dar. Den Fischern sind andere Fangplätze anzubieten und das Fischen in Verkehrstrennungsgebieten zu verbieten.

Im Vergleich zu den anderen Teilgebieten besonders anfällig für Kollisionen ist die Precautionary Area. Hier treffen sich die weitgehend unregelmäßigen Verkehrsströme vom und zum Borkumweg mit dem Verkehr aus der Jadeansteuerung und es werden hier verschiedene, sich ändernde Kurse gefahren. Besonders für das aus der Jadeansteuerung aus nördlicher Richtung kommende Schiff ist die Lage sehr kritisch: es muß ständig damit rechnen, daß Entgegenger nach Backbord abdrehen und ihm den Weg schneiden. Mit wenig Aufwand kann aber die Situation entschärft werden, z.B. durch eine Wegführung nach Abb. 100 mit klaren Kursen der Schiffe.

Durch Änderung der Wegführung in der Weise, daß der einlaufende Tanker den anderen Schiffen nur auf rechtwinkligen Kursen begegnen kann, wird die Wahrscheinlichkeit einer Kollision für diesen Tanker gegenüber jetzt um 24 % geringer. Bei Beseitigung jeglicher kreuzender (und entgegenkommender) Begegnung (realisierbar z.B. in der sog. Ein-Weg-Lösung) wird die Kollisionswahrscheinlichkeit halbiert. Vom technischen Standpunkt ist eine weitere Reduzierung möglich (Staffelung des Verkehrs, Regelung der Schiffsgeschwindigkeiten).

Eine wesentliche Rolle bei Änderungen von Wegführungen spielt der Kostenfaktor. Eine Wegführung nach Abb. 100 würde gegenüber der augenblicklichen Situation kaum zusätzliche Kosten sowohl für die Verwaltungen als auch für die Schiffseigner bringen, der Sicherheitsgewinn dabei wäre aber beträchtlich. Angesichts der bestehenden Verkehrsstruktur wird eine durchgehende Verkehrstrennung bis zu den Flußmündungen deshalb für nicht erforderlich gehalten. Verkehrstrennungen, die nach Bedarf lokal angebracht werden, wie es z.B. an der Zufahrt zur Elbe geschehen ist, sind ausreichend.

Auch ausgeklügelte Wegführungen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß Kollisionen noch immer stattfinden können, solange nichts auf dieser Welt perfekt ist. Die nach spektakulären Unfällen im Ausland manchmal gestellte Frage: "Sind Tankerunfälle

in der Deutschen Bucht zu vermeiden?" muß, solange es dort Tankerverkehr gibt, exakt mit einem "Nein" beantwortet werden. Aufgabe der zuständigen Stellen wird es bleiben, alles im Rahmen des Möglichen zu tun, damit das Eintreten solcher Ereignisse wenig wahrscheinlich ist.

Die hier mitgeteilten Ergebnisse basieren auf Verkehrsmessungen, die im April und Juli 1980 insgesamt über einen Zeitraum von 18 Tagen durchgeführt wurden. Für endgültige Aussagen reichen die gesammelten Daten mengenmäßig wohl kaum aus. Außerdem gibt es Gründe anzunehmen, daß der Verkehr in seiner Struktur längerfristig nicht stationär ist. Es wird deshalb empfohlen, die Messungen in Abständen zu wiederholen, um laufend auf der Höhe zu sein und gefährlichen Entwicklungen frühzeitig begegnen zu können. Ähnliche Verkehrsuntersuchungen für andere, dichtbefahrene Gebiete vor der deutschen Küste sind aus den genannten Gründen ebenfalls angezeigt.

Schlußwort

Die vorliegende Untersuchung wurde vom Bundesverkehrsministerium gefördert, das auch das Feuerschiff "Deutsche Bucht" und den Tonnenleger "Walter Körte" zur Verfügung stellte. Ing.(grad.) W. Stecher hat an der Durchführung der Verkehrsaufzeichnungen mitgewirkt. Die in diesem Bericht verwendeten meteorologischen Daten stammten vom Seewetteramt.

Schrifttum

- [1] Kwik, K.H.: Das Verkehrstrennungssystem in der inneren Deutschen Bucht im Hinblick auf die Kollisionsverhütung.
Institut für Schiffbau der Universität Hamburg,
Bericht Nr. 407
- [2] Kwik, K.H.: Evaluation of the Safety of Ships in Traffic.
Safety at Sea, No.119, 1979, S.39-45

Tabelle 1

Belegung der Fahrwege und Zahl der Falschfahrer. Anzahl der beobachteten, durchgehenden Schiffe.

	Borkumweg	Tiefwasserweg	Jade-Ansteuerung	Sonstige
Richtung	Ost 907	Ost 57 davon in die Jade-Anst.: 15	Süd 70	
	West 988	West 64 davon von der Jade-Anst.: 15	Nord 54	
Gesamt	1895	121	124	219
auf falscher Fahrweg- seite	15	0	5	
"Kurvenschneiden", die Trennzone ignorierend	43	6	8	
ganz in der Trennzone verbleibend	5	0	8	

Tabelle 2

Tägliche Zahl der Schiffe aufgrund der Erhebungen im April 1980.

Wochentag (erfaßte Tage)	Borkumweg		Diagonal				Tiefwasserweg (davon in die Jade- Anst.)			Jadean- steuerung		außerhalb der Verkehrstren- nungsgebiete	
	0	W	NO	NW	SW	SO	0	W	(davon von der Jade- Anst.)	S	N		
Di (2)	59	56	2.5	1.5	1	1	3	(0)	2	(0)	1.5	1	12
Mi (2)	65.5	63.5	0.5	1	1	3	3	(0.5)	3.5	(0.5)	4.5	5	14
Do (1)	62	50	0	3	0	1	5	(2)	4	(2)	6	3	12
Fr (1)	43	48	0	2	0	1	3	(1)	3	(1)	9	3	6
Summe	354	337	6	10	4	10	20	(4)	18	(4)	27	18	70
Mittel- wert	59.0	56.2	1.0	1.7	0.7	1.7	3.3	(0.7)	3.0	(0.7)	4.5	3	11.7

Tabelle 3

Tägliche Zahl der Schiffe aufgrund der Erhebungen im Juli 1980.

Wochentag (erfaßte Tage)	Borkumweg		Diagonal				Tiefwasserweg (davon in die Jade- Anst.)			Jadean- steuerung		außerhalb der Verkehrstren- nungsgebiete
	O	W	NO	NW	SW	SO	0	W	S	N		
Di (2)	44.5	54	0.5	1.5	1	1.5	3.5 (1)	5 (1)	4.5	1.5	8	
Mi (2)	41.5	47.5	0	1	0.5	2	3 (0.5)	4 (1)	3	3.5	6	
Do (2)	42	55	0.5	1	1	1	2 (0.5)	4 (1)	3	2.5	5	
Fr (1)	59	51	1	0	0	0	4 (1)	3 (0)	4	1	3	
Sa (1)	68	79	0	2	0	5	3 (1)	1 (0)	4	4	5	
So (1)	49	59	0	0	0	5	2 (1)	1 (1)	2	2	3	
Mo (1)	25	40	0	0	0	2	4 (3)	1 (0)	5	3	2	
Summe	457	542	3	9	5	21	30 (10)	32 (7)	36	25	51	
Mittel- wert	45.7	54.2	0.3	0.9	0.5	2.1	3 (1)	3.2 (0.7)	3.6	2.5	5.1	

Tabelle 4

Schiffsverkehr nach Angaben der WSD Nordwest. Durchschnittliche Zahlen pro Tag.

Zeitraum	Schiffe, die einen Lot- sen beim FS "Deutsche Bucht" angenommen oder abgegeben haben	Schiffe im küstennahen Verkehrstrennungsgebiet Richtung: östlich westlich	Schiffe im küstenfernen Verkehrstrennungsgebiet Richtung: östlich westlich	Schiffe, die in der Tiefwasser- reede geankert haben
Mai/Juni 1979	2.2	53.2 54.4	4.8 5.0	0.56
2. Halbjahr 79	2.2 Höchstwert: Juli (2.7) Tiefstwert: Nov. (1.8)	78.5 81.1	6.5 6.7	0.85
1. Halbjahr 80	2.2 Höchstwert: Mai (2.4) Tiefstwert: Mrz/Apr. (2.0)	97.5 102.1	6.1 6.9	0.29

Tabelle 5

Relative Häufigkeiten von Kurs und Geschwindigkeit der den Borkumweg verlassenden oder ansteuernden Schiffe in der Precautionary Area.

Kurs [Grd]	60 - 69	70 - 79	80 - 89	90 - 99	100-109	250-259	260-269	270-279	280-289	290-299	300-309	310-319
Geschwindigkeit [kn]												
6.5 - 7.4					0.0005		0.0005					
7.5 - 8.4	0.0011	0.0042	0.0021				0.0047	0.0058	0.0011			
8.5 - 9.4	0.0011	0.0179	0.0016	0.0016	0.0005	0.0005	0.0106	0.0179	0.0037	0.0016	0.0005	0.0011
9.5 - 10.4	0.0021	0.0243	0.0032	0.0021	0.0011	0.0021	0.0132	0.0142	0.0090	0.0026	0.0016	0.0026
10.5 - 11.4	0.0032	0.0427	0.0042	0.0021	0.0016	0.0016	0.0195	0.0190	0.0095	0.0026	0.0032	0.0026
11.5 - 12.4	0.0037	0.0433	0.0063	0.0026	0.0016	0.0037	0.0211	0.0264	0.0053	0.0032	0.0047	0.0016
12.5 - 13.4	0.0026	0.0485	0.0047	0.0032	0.0011	0.0021	0.0201	0.0280	0.0074	0.0063	0.0069	0.0042
13.5 - 14.4	0.0032	0.0554	0.0042	0.0026	0.0011	0.0016	0.0158	0.0179	0.0074	0.0058	0.0074	0.0037
14.5 - 15.4	0.0005	0.0359	0.0026	0.0026	0.0016	0.0011	0.0116	0.0127	0.0037	0.0037	0.0074	0.0042
15.5 - 16.4	0.0005	0.0290	0.0016	0.0021	0.0011	0.0011	0.0063	0.0111	0.0032	0.0026	0.0042	0.0042
16.5 - 17.4	0.0011	0.0327	0.0005	0.0016	0.0011	0.0011	0.0053	0.0069	0.0053	0.0032	0.0032	0.0032
17.5 - 18.4	0.0016	0.0132	0.0005	0.0016	0.0005	0.0011	0.0026	0.0058	0.0026	0.0021	0.0016	0.0026
18.5 - 19.4		0.0111	0.0011	0.0016	0.0011	0.0005	0.0026	0.0037	0.0026	0.0016	0.0021	0.0021
19.5 - 20.4	0.0021	0.0090	0.0011	0.0011	0.0005	0.0011	0.0021	0.0042	0.0011	0.0011	0.0021	0.0026
20.5 - 21.4	0.0005	0.0042	0.0011	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005	0.0026	0.0016	0.0011	0.0021	0.0016
21.5 - 22.4		0.0026	0.0005	0.0011			0.0005	0.0011	0.0011	0.0005	0.0005	0.0011
22.5 - 23.4		0.0026	0.0005	0.0005						0.0005	0.0005	
23.5 - 24.4		0.0005									0.0005	
24.5 - 25.4		0.0005	0.0005								0.0005	
Summe	0.0232	0.3778	0.0364	0.0274	0.0137	0.0179	0.1372	0.1773	0.0644	0.0385	0.0485	0.0375

Tabelle 6

Schiffsverkehr bei Tage (von 9.00 bis 21.00 Uhr MEZ) und in der Dunkelheit (von 21.00 bis 9.00 Uhr MEZ). Angegeben ist die mittlere Zahl je 12 Stunden. Basis: Messungen über 16 Tage und 16 Nächte.

	Borkumweg		Diagonal			Tiefwasserweg		Jadeansteuerung		außerhalb der Verkehrsstrennungsgebiete	
	0	W	NO	NW	SW	SO	0	W	S		N
bei Tage	26.1	22.5	0.4	0.5	0.4	1.2	1.4	1.4	1.9	1.2	3.3
in der Dunkelheit	24.4	32.2	0.2	0.8	0.2	0.8	1.6	1.9	1.8	1.5	4.7

Tabelle 7

Zeitpunkte der in die Jade einlaufenden Schiffe
beim Passieren der Tonne DB 18/Jade.

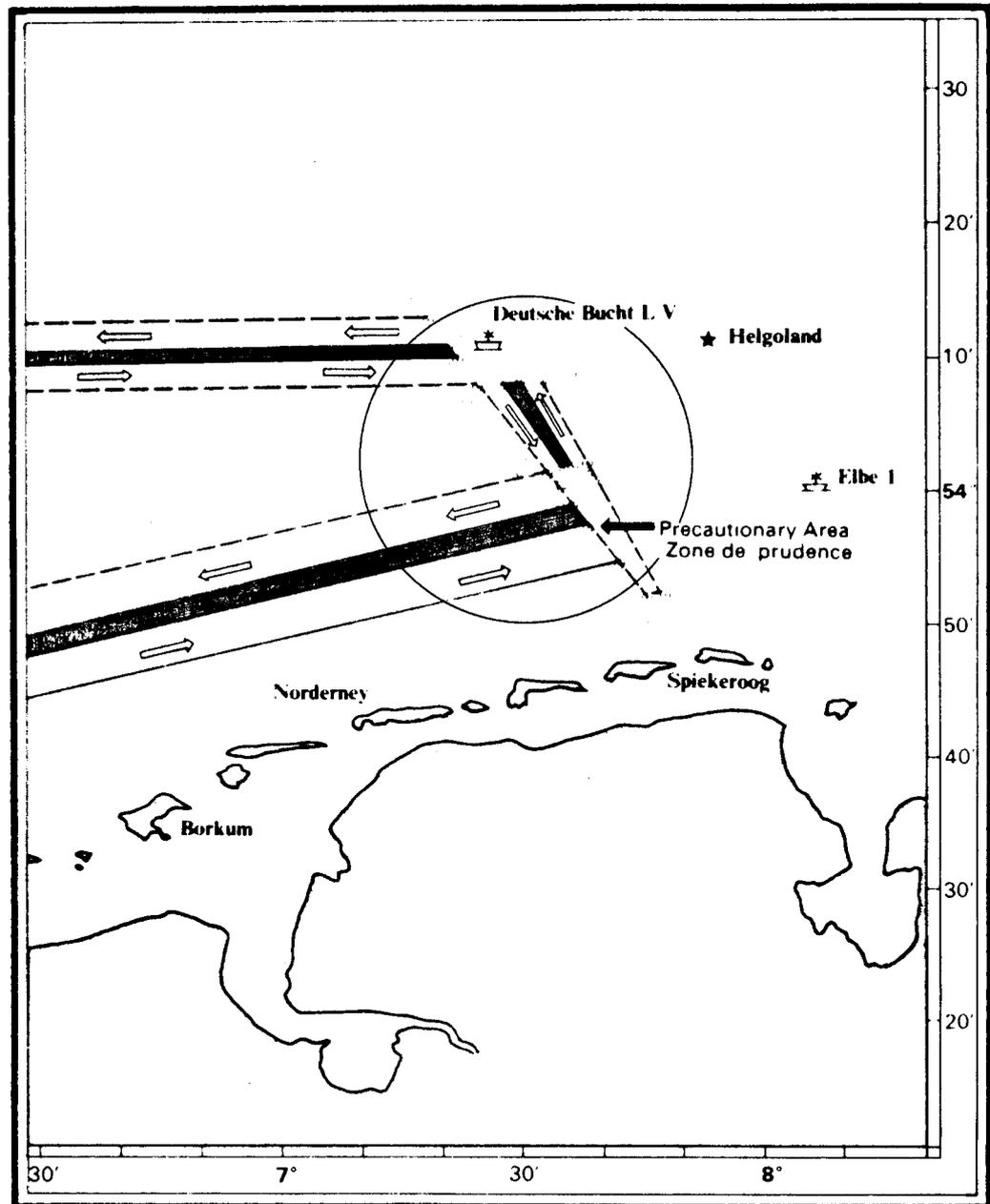
Stunden vor Hochwasser in Wilhelmshaven	Schiffszahl
0	7
1	3
2	3
3	7
4	6
5	10
6	8
7	6
8	7
9	4
10	3
11	6
Summe	70

Tabelle 8

Geschwindigkeit der Schiffe auf dem Borkumweg bei Sicht
geringer als 1 Seemeile.
Gesamtdauer der stark verminderten Sicht: 12 Stunden.

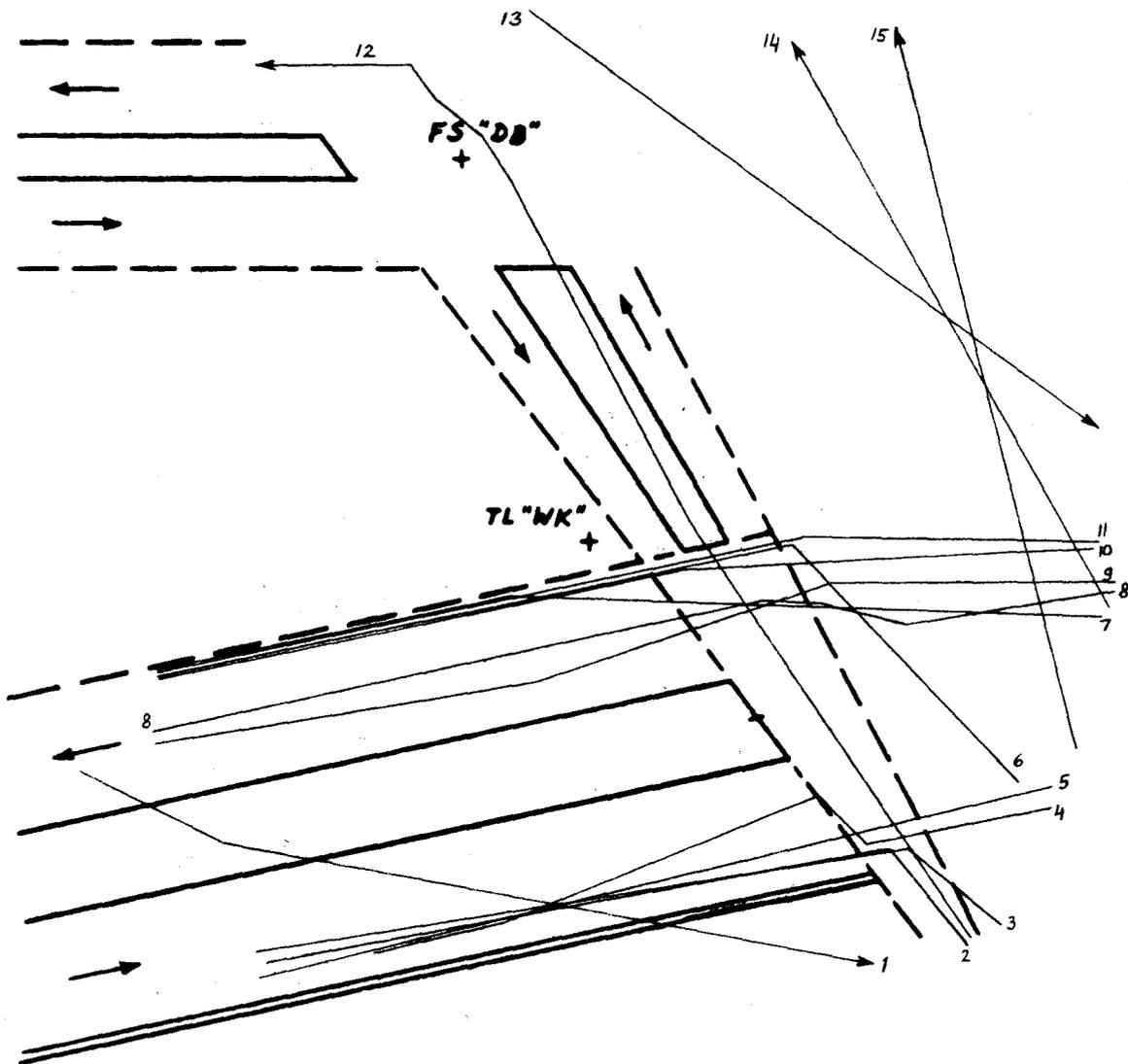
Geschwin- digkeit [kn]	S c h i f f s z a h l	
	Fahrtrichtung Ost	Fahrtrichtung West
8.5 - 9.4	2	0
9.5 - 10.4	2	2
10.5 - 11.4	8	6
11.5 - 12.4	6	2
12.5 - 13.4	2	5
13.5 - 14.4	1	5
14.5 - 15.4	1	2
15.5 - 16.4	1	1
16.5 - 17.4	3	1
17.5 - 18.4	1	2
18.5 - 19.4	0	1
19.5 - 20.4	0	0
20.5 - 21.4	2	0
Summe	29	27
\bar{x}	13.10 kn	13.44 kn
s	3.29 kn	2.50 kn

Übersicht über das Verkehrstrennungssystem in der inneren Deutschen Bucht und das beobachtete Gebiet



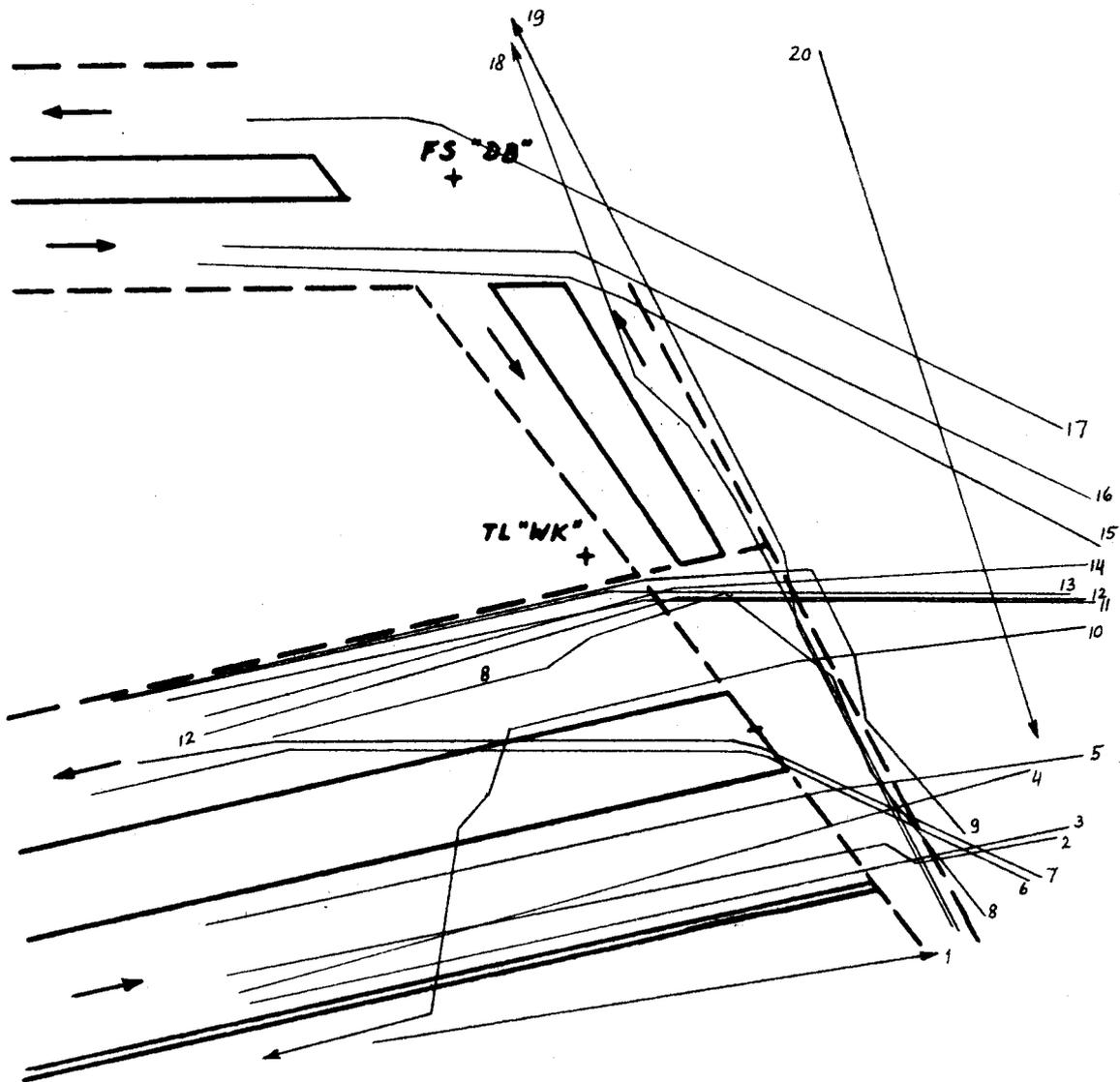
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mo 14.4.80
Uhrzeit : 15.00 - 18.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

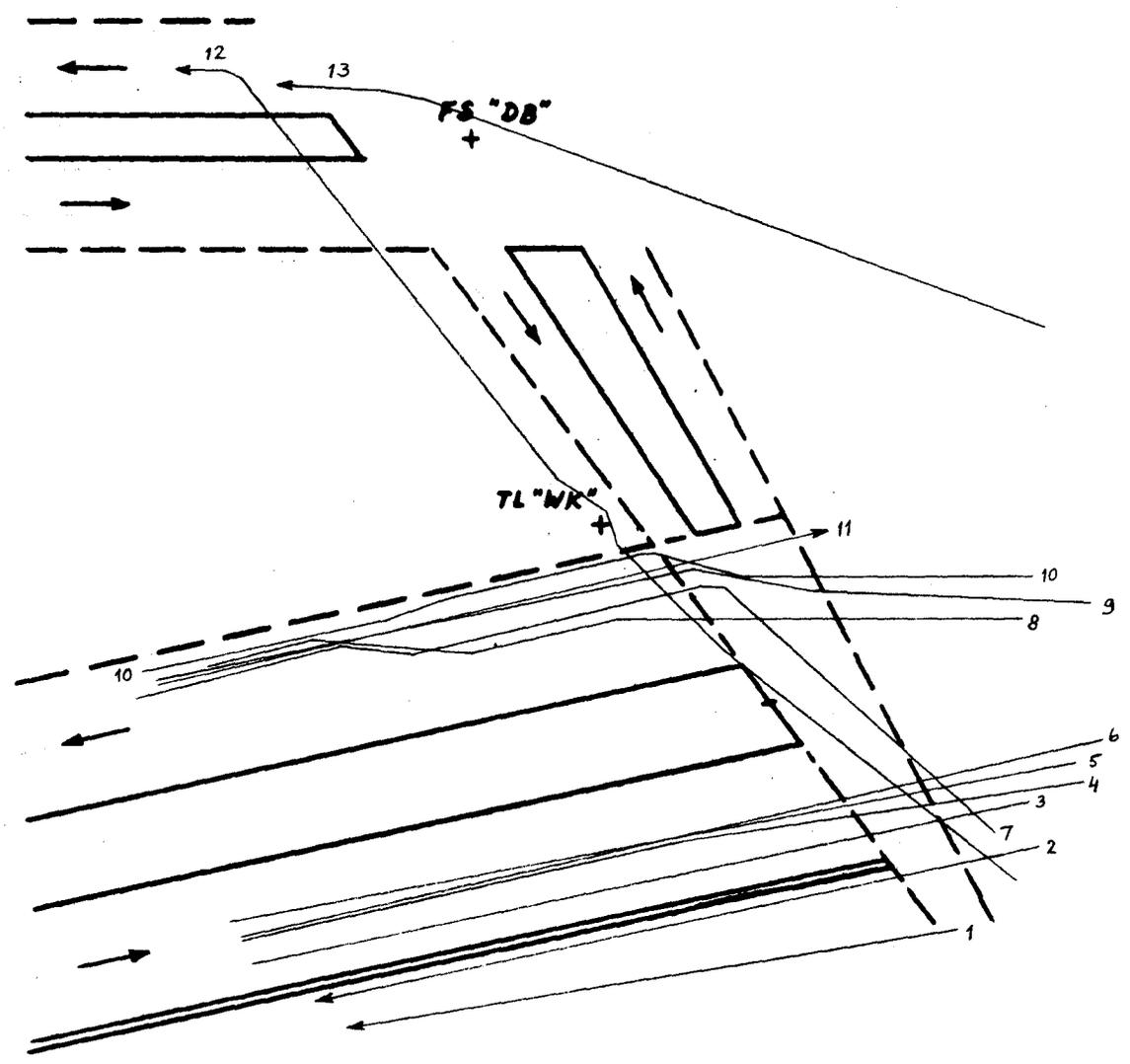
Datum : Mo 14.4.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mo 14.4.80

Uhrzeit : 21.00 - 24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 15.4.80

Uhrzeit : 0.00 - 3.00

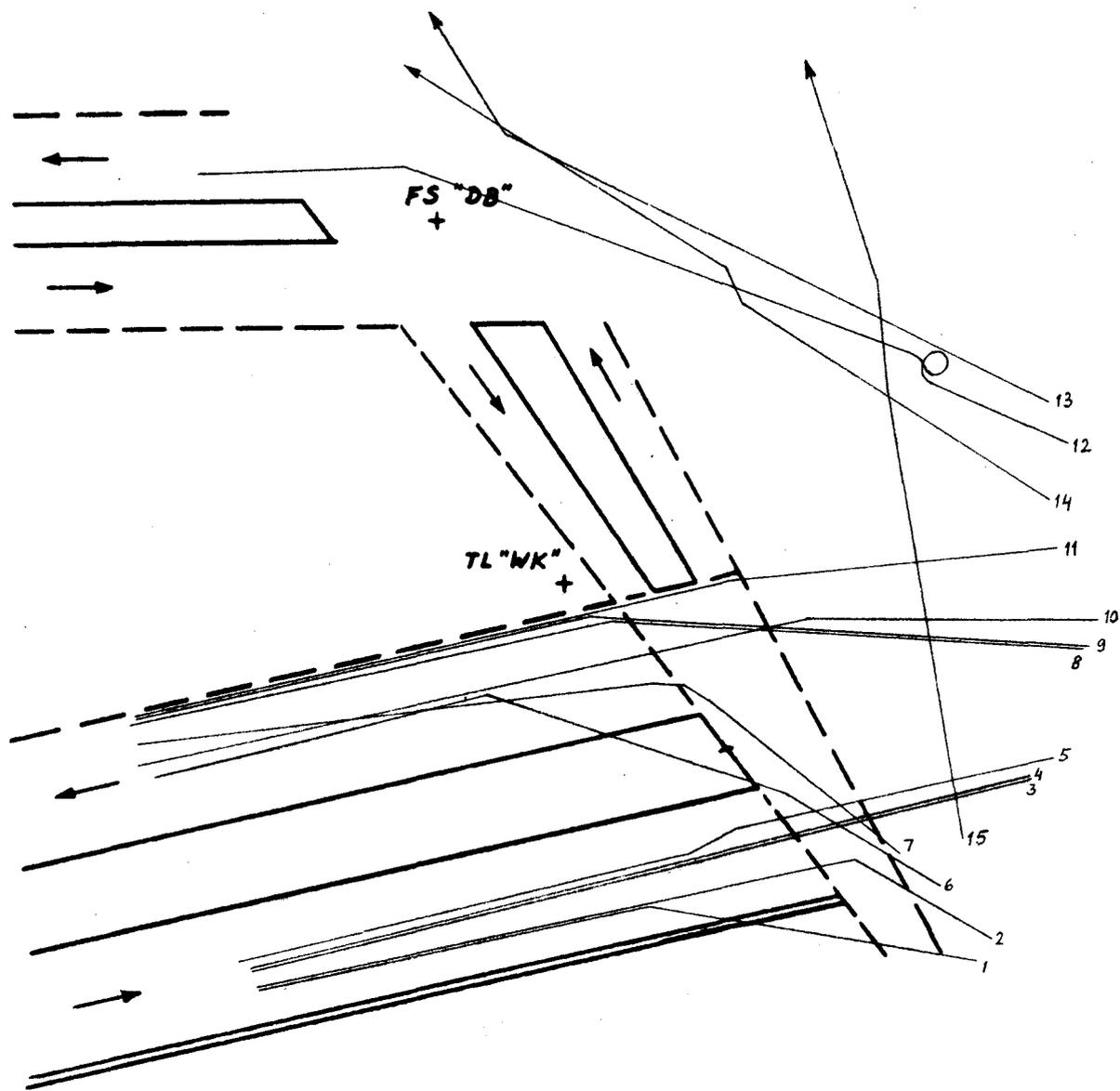


Abb. 6

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 15.4.80
Uhrzeit : 3.00 - 6.00

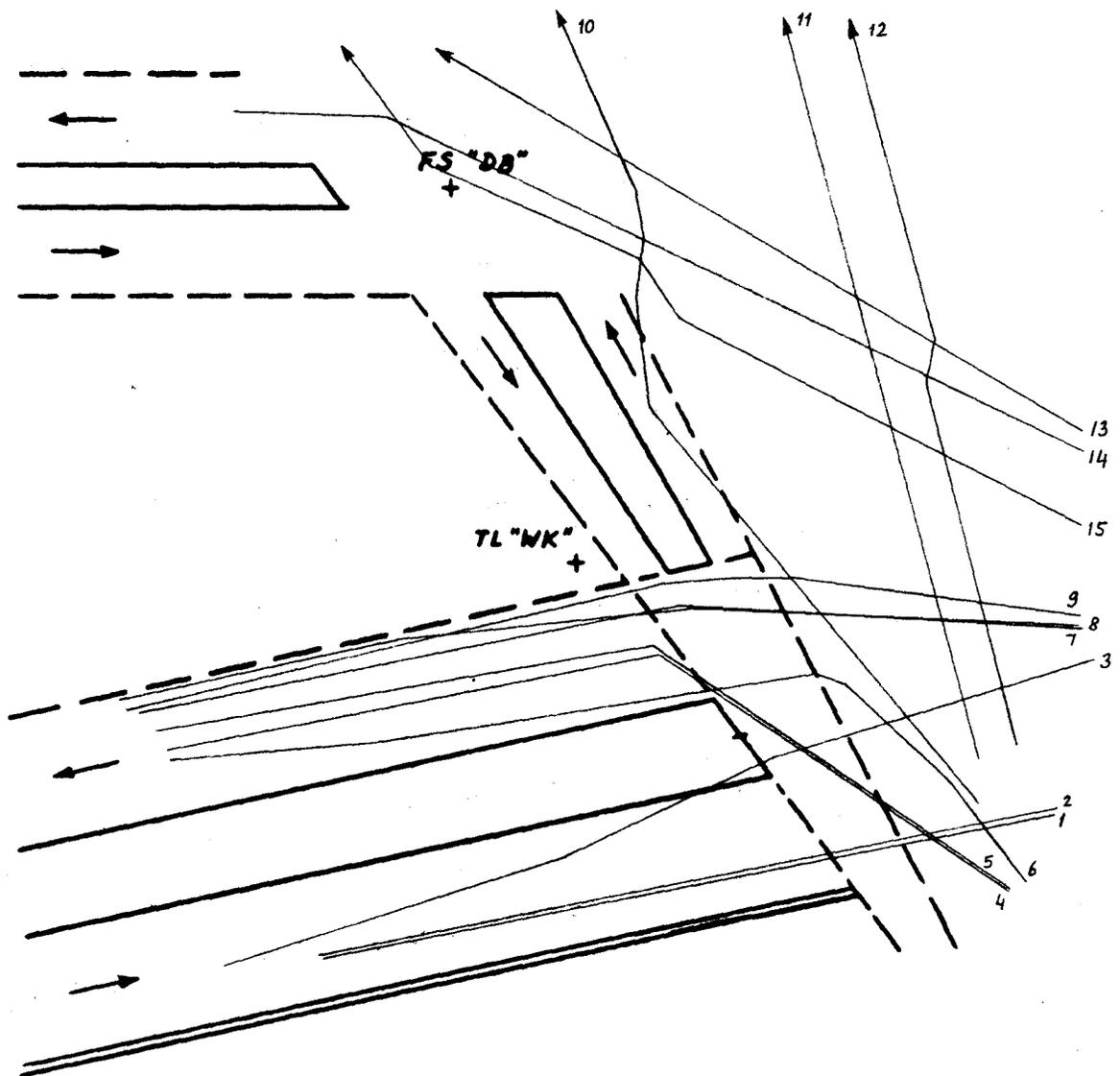
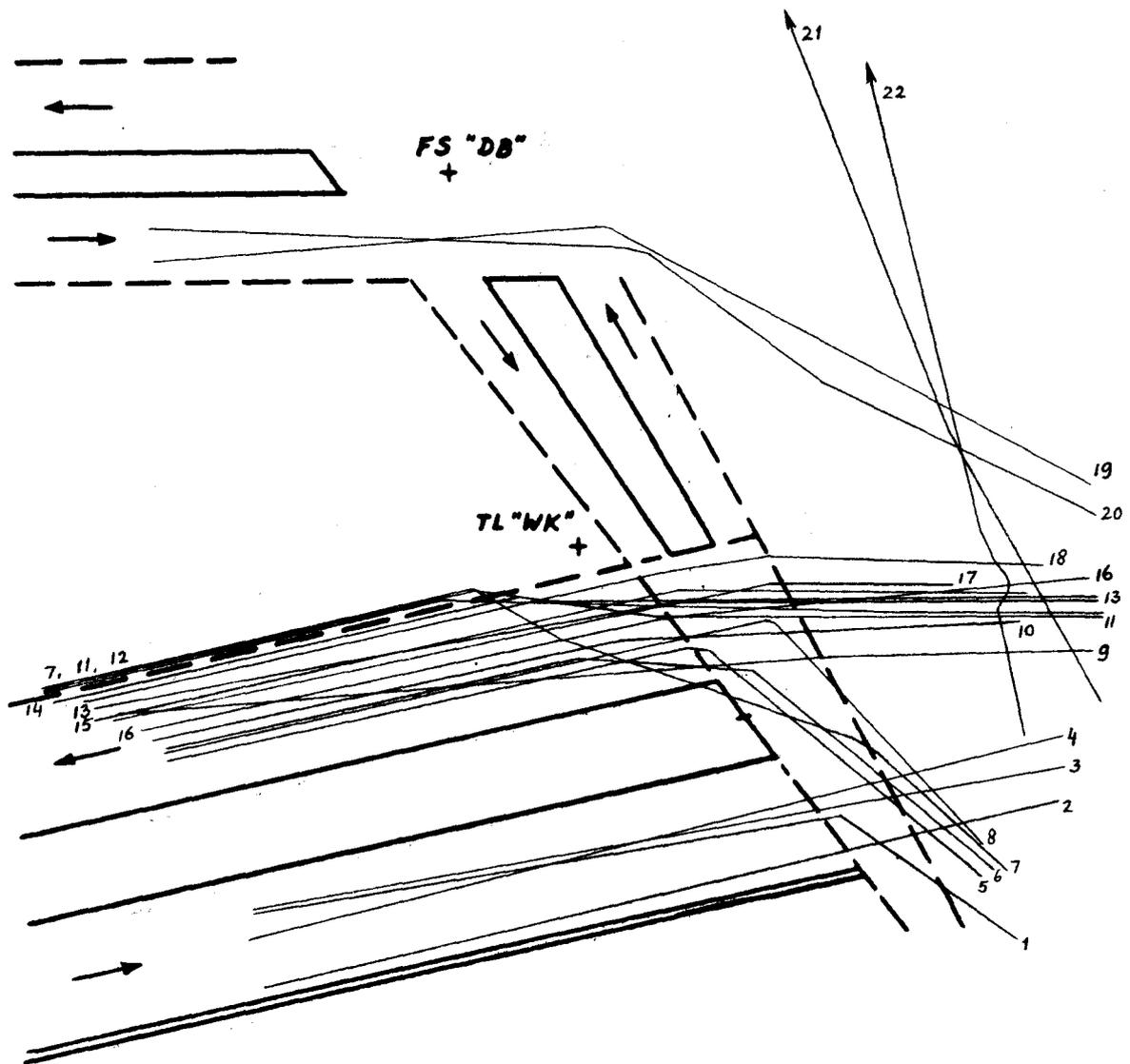


Abb. 7

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

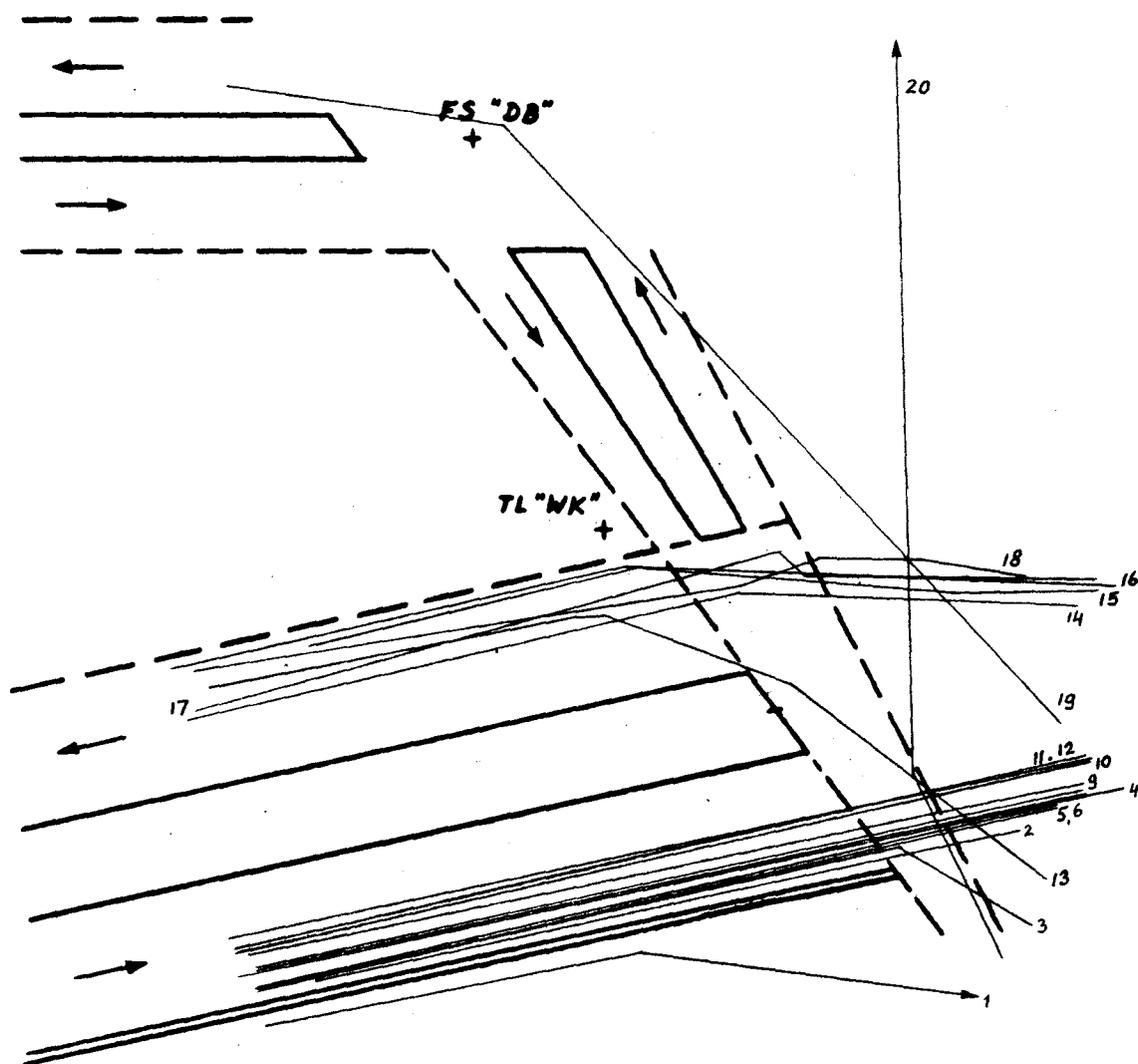
Datum : Di 15.4.80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 15.4.80

Uhrzeit : 9.00 - 12.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 15.4.80
Uhrzeit : 12.00 - 15.00

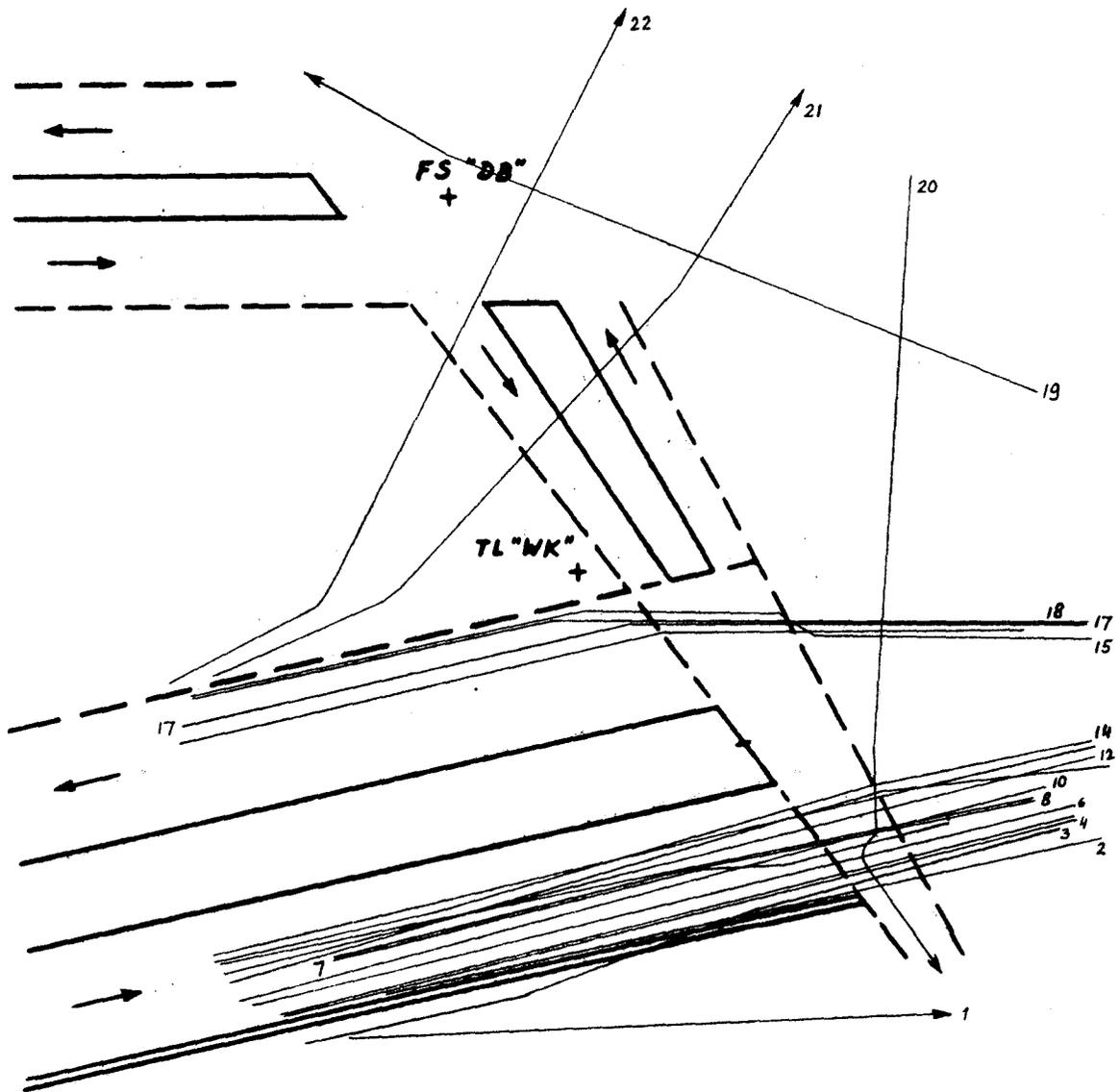
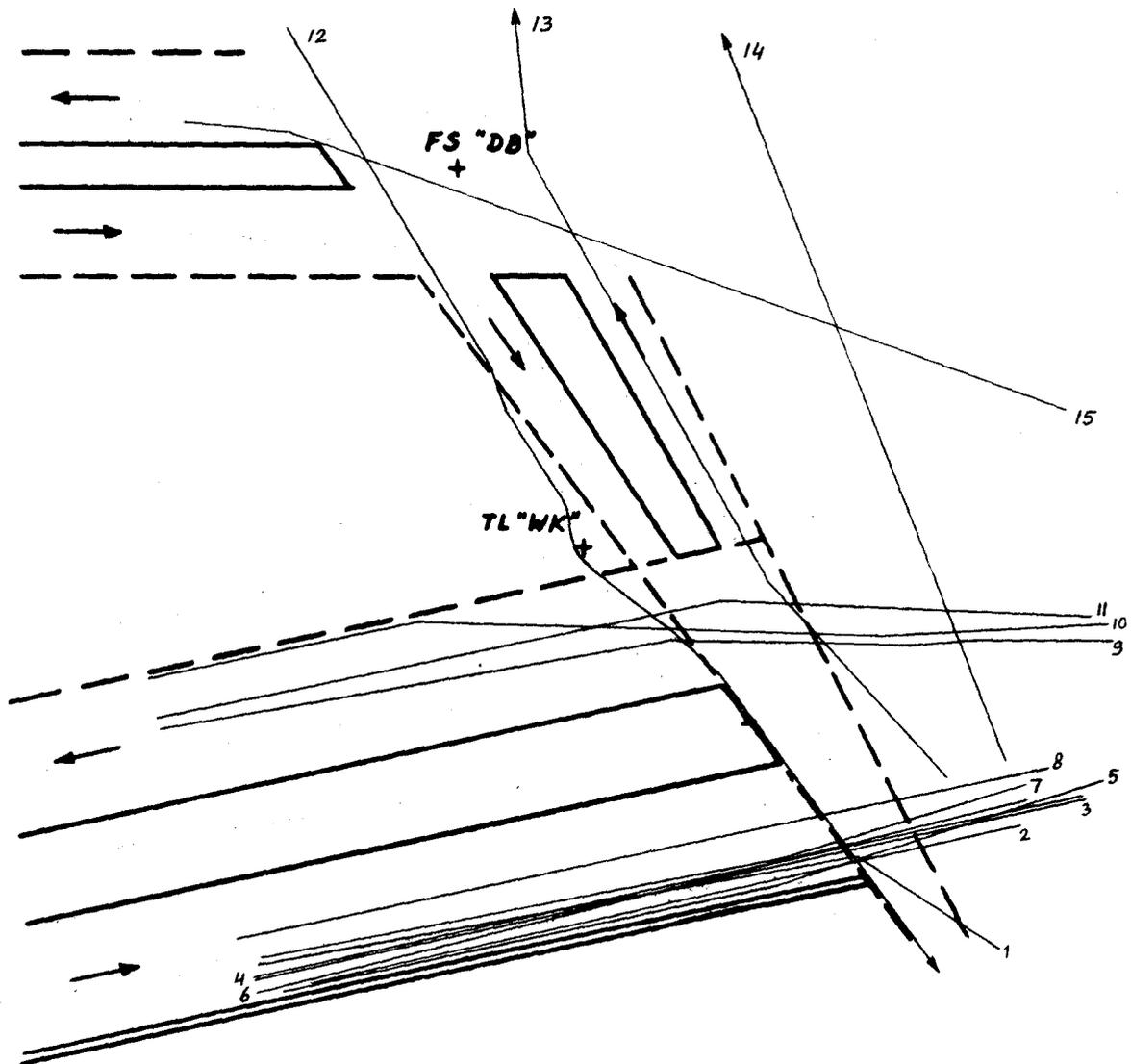


Abb. 10

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 15.4.80

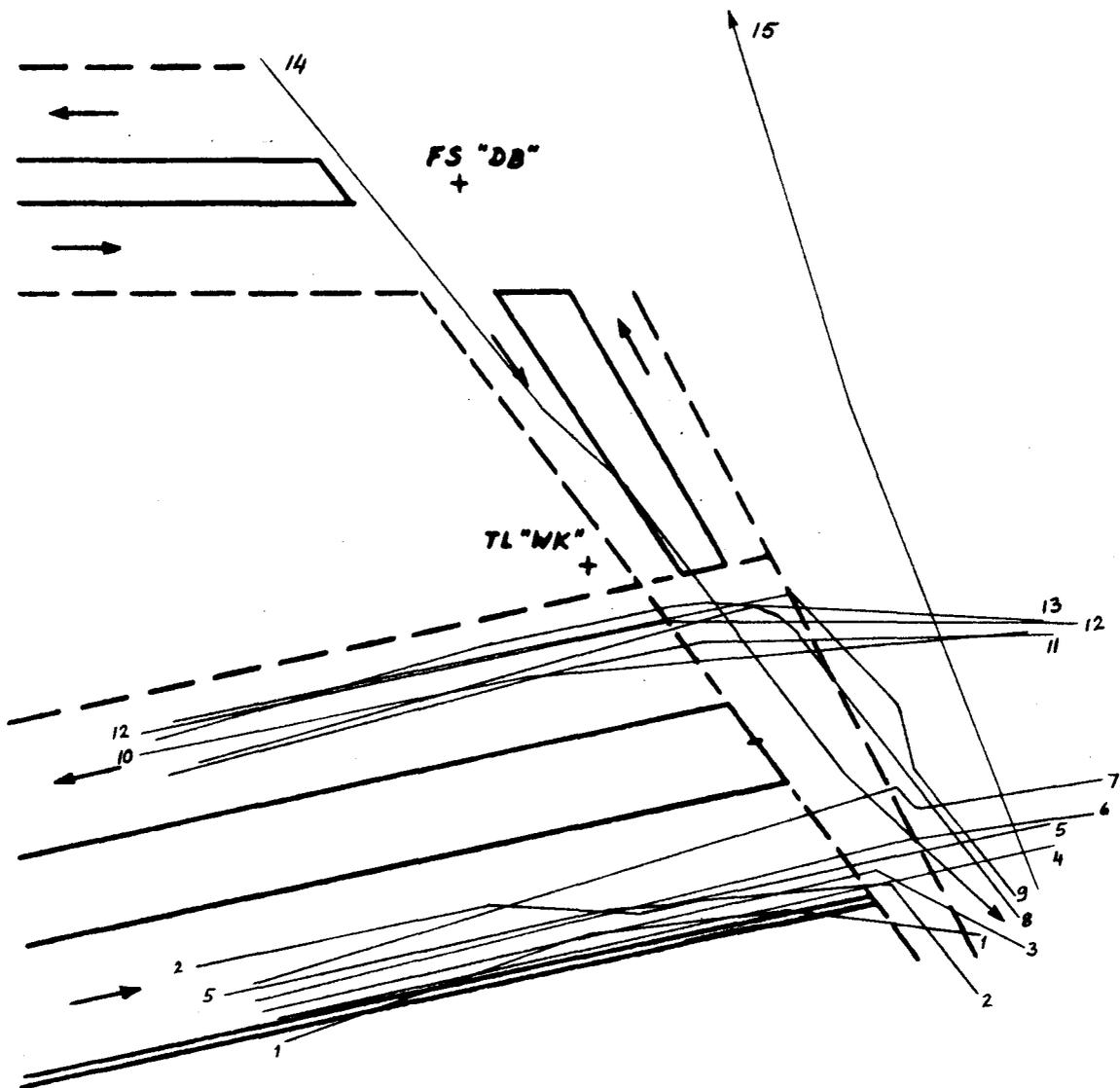
Uhrzeit: 15.00 - 18.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

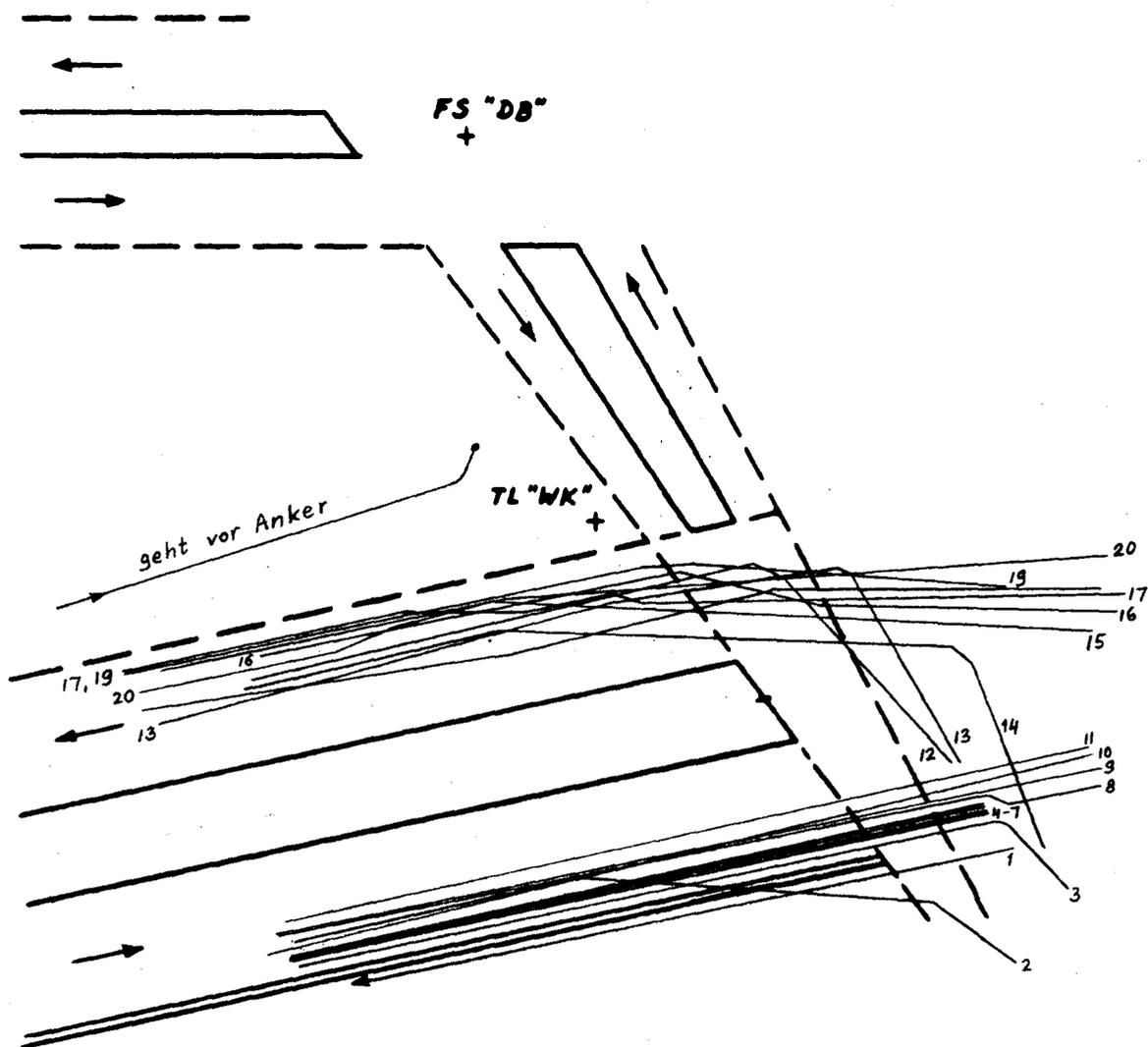
Datum : Di 15.4.80

Uhrzeit : 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

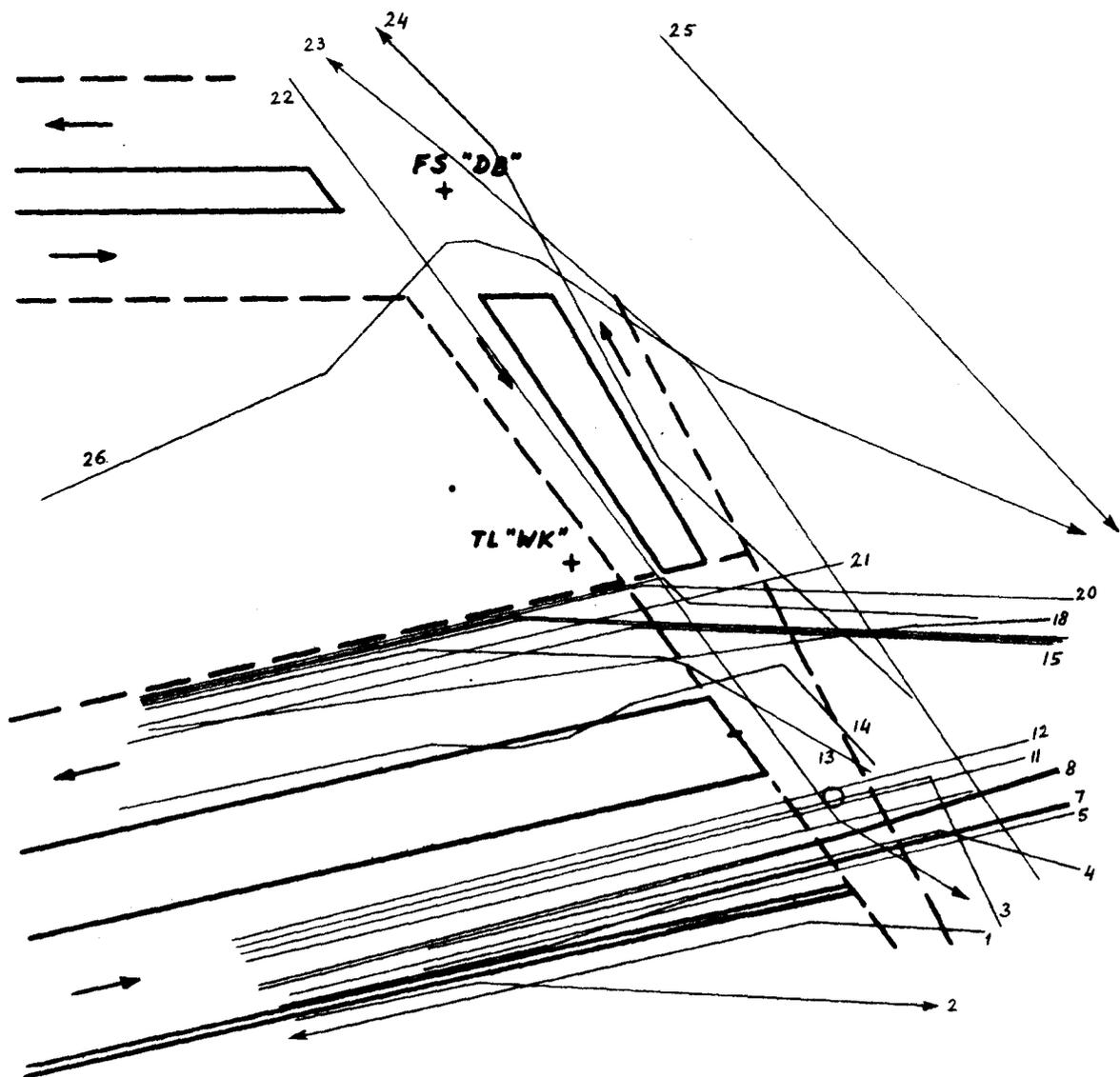
Datum : Di 15.4.80
Uhrzeit : 21.00 - 24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

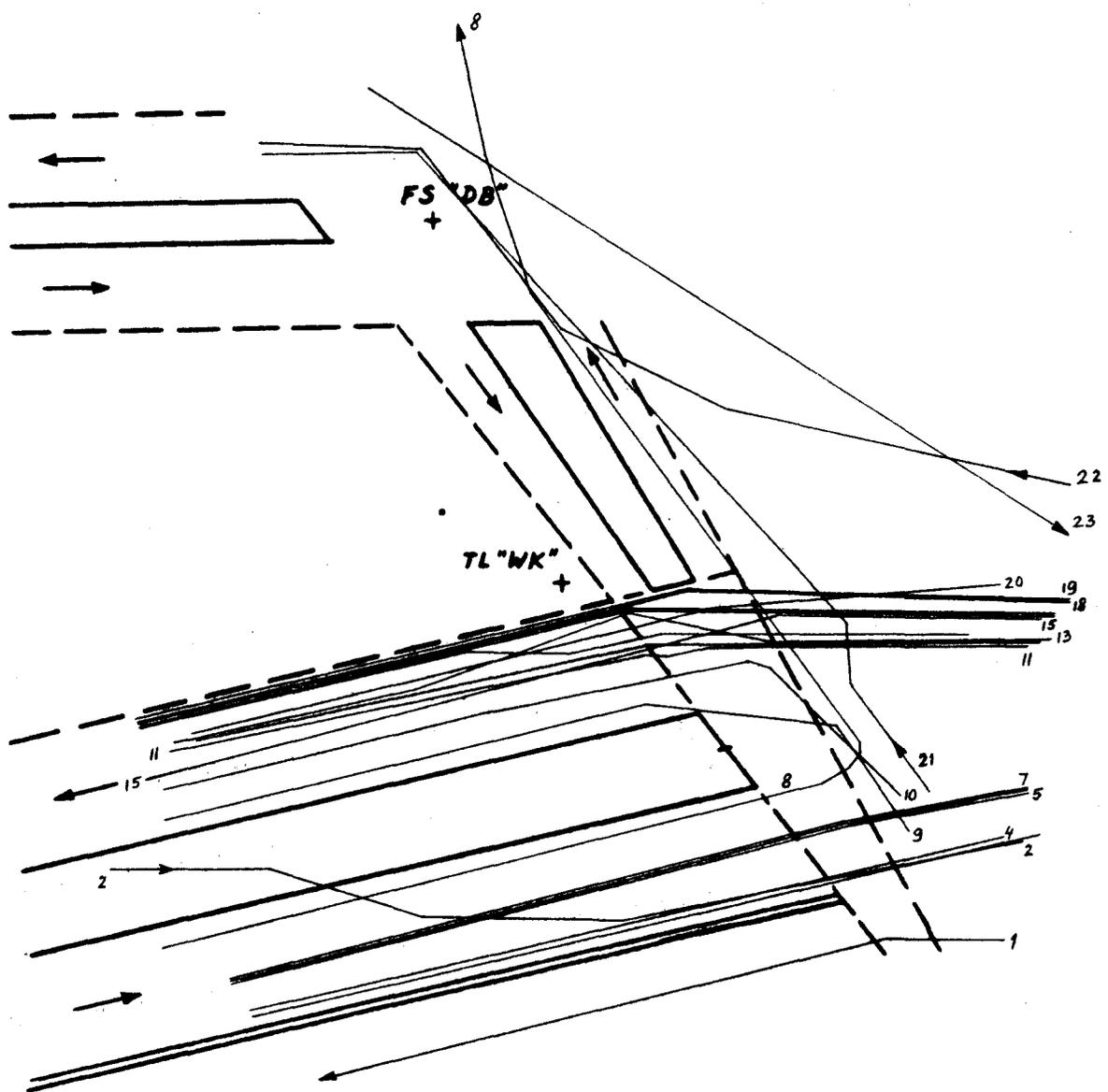
Datum : Mi 16.4.80

Uhrzeit : 0.00 - 3.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 16.4.80
Uhrzeit : 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 16.4.80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00

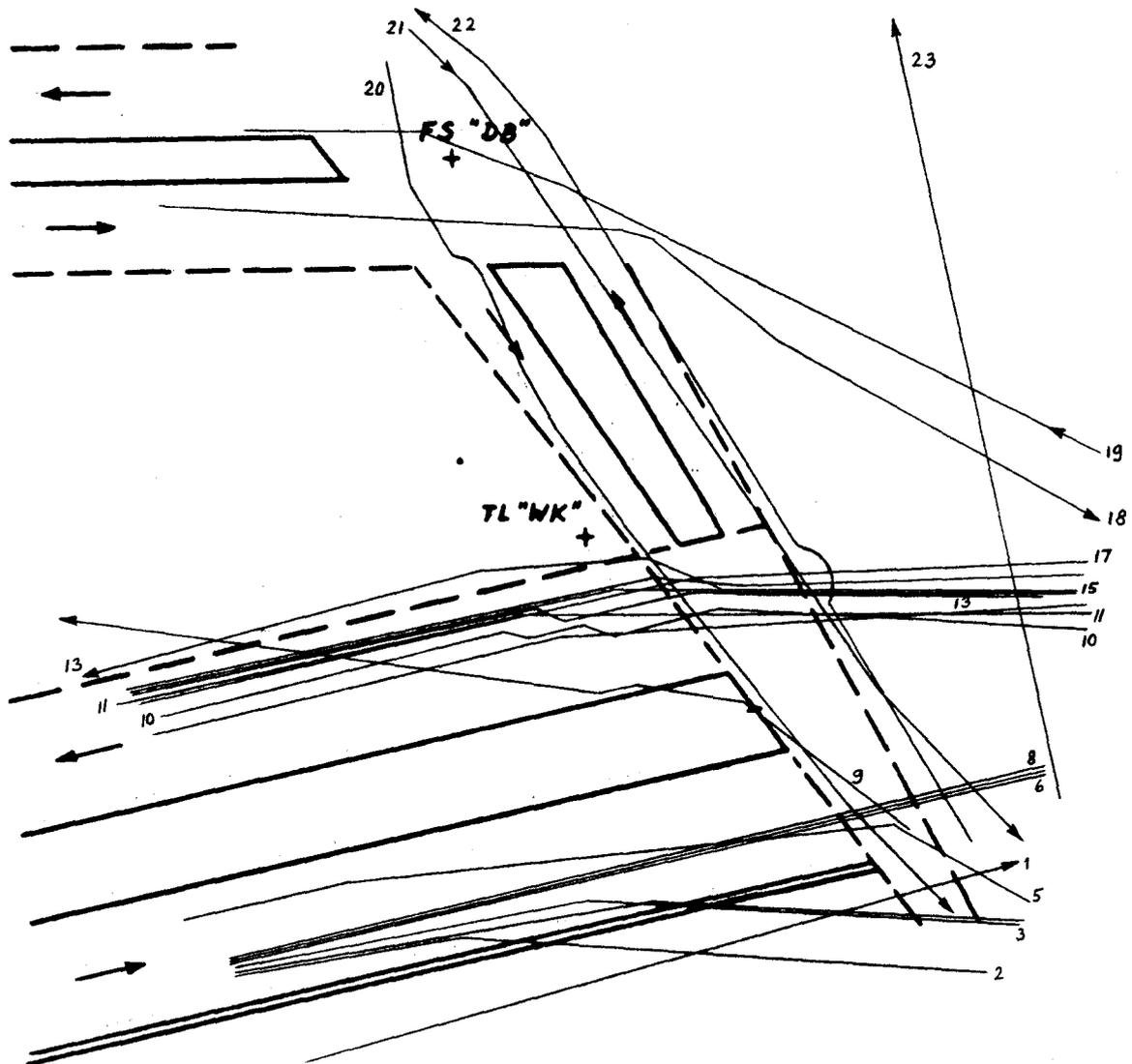
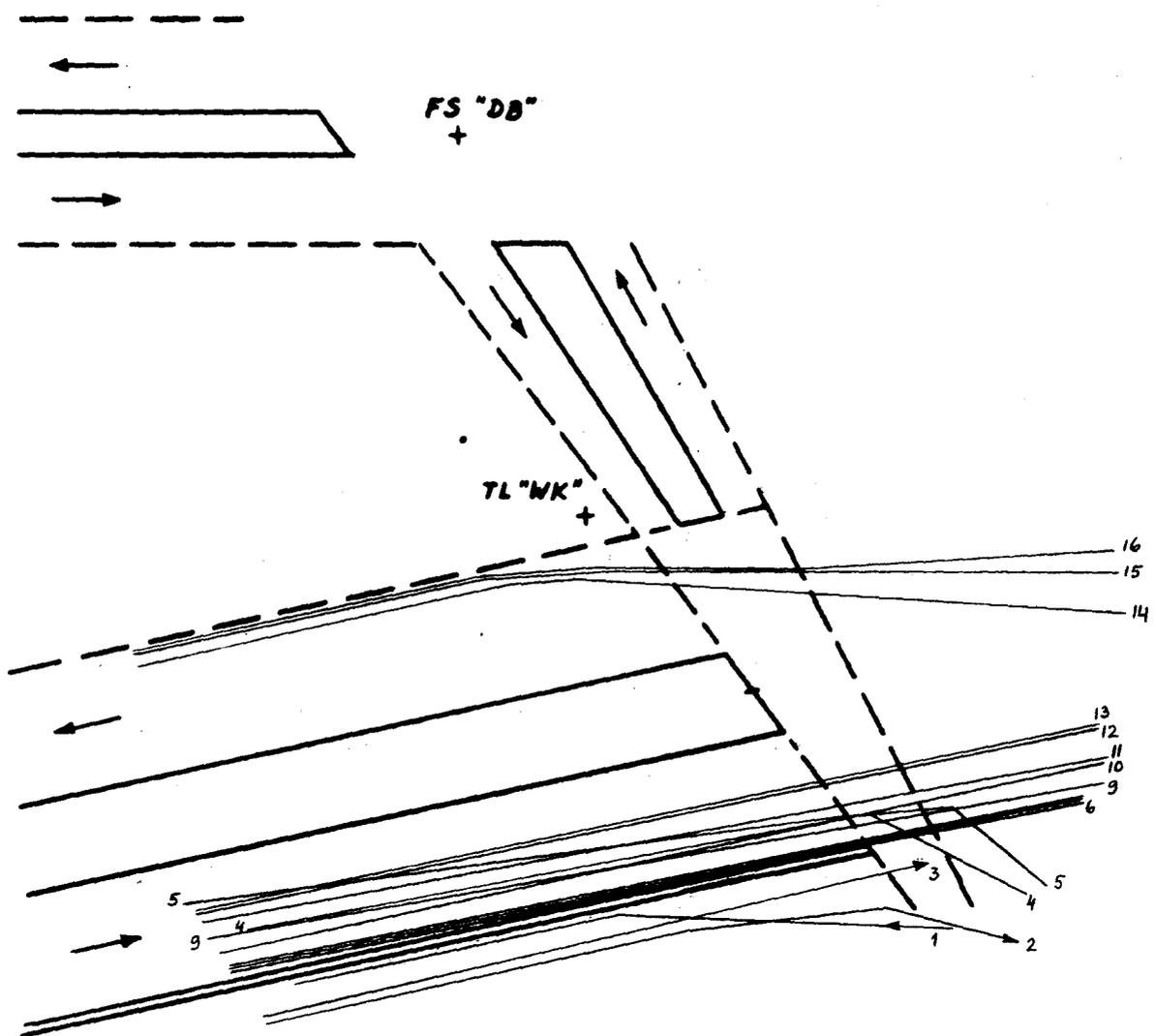


Abb. 16

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

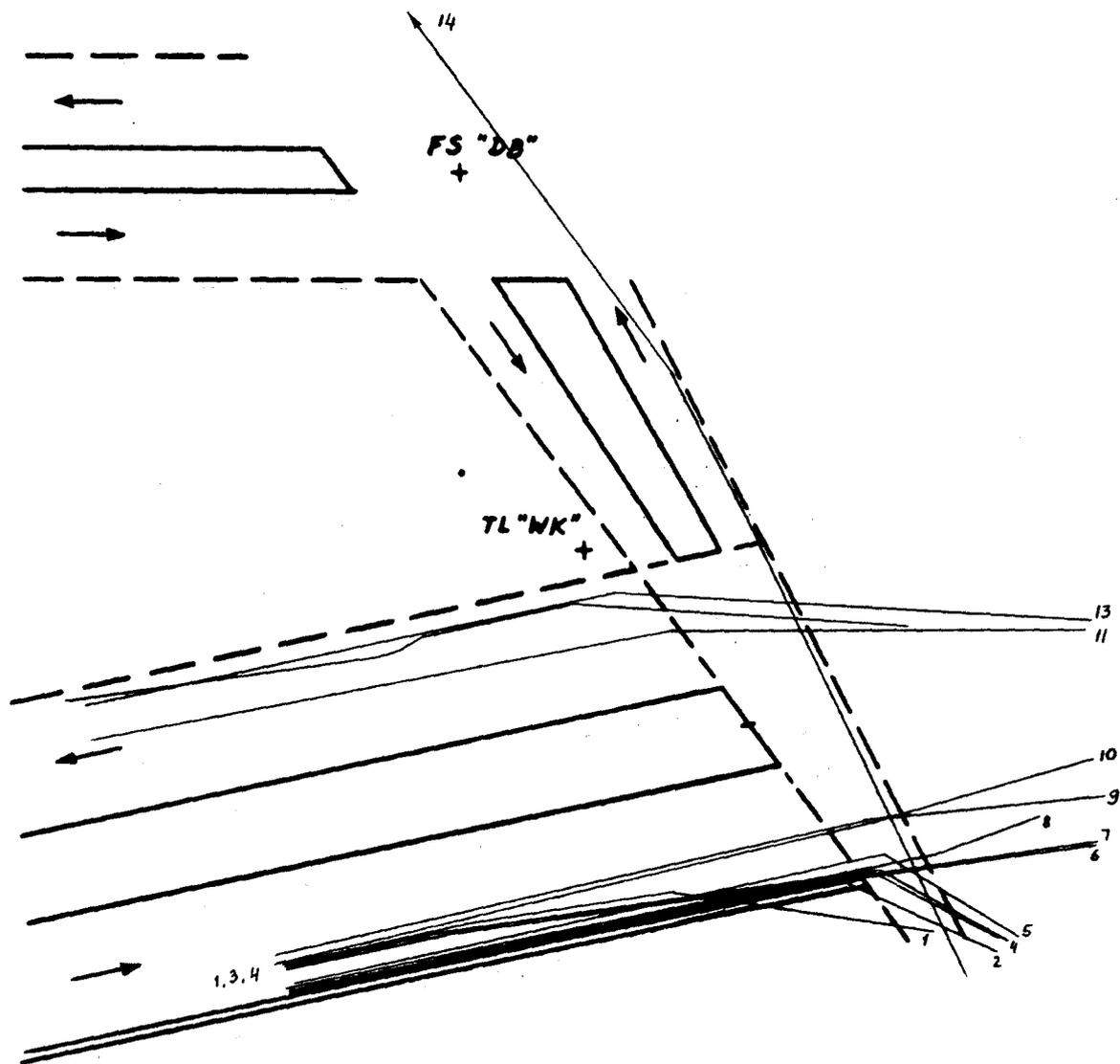
Datum : Mi 16.4.80

Uhrzeit : 9.00 - 12.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 16.4.80
Uhrzeit : 12.00 - 15.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 16.4.80
Uhrzeit : 15.00 - 18.00

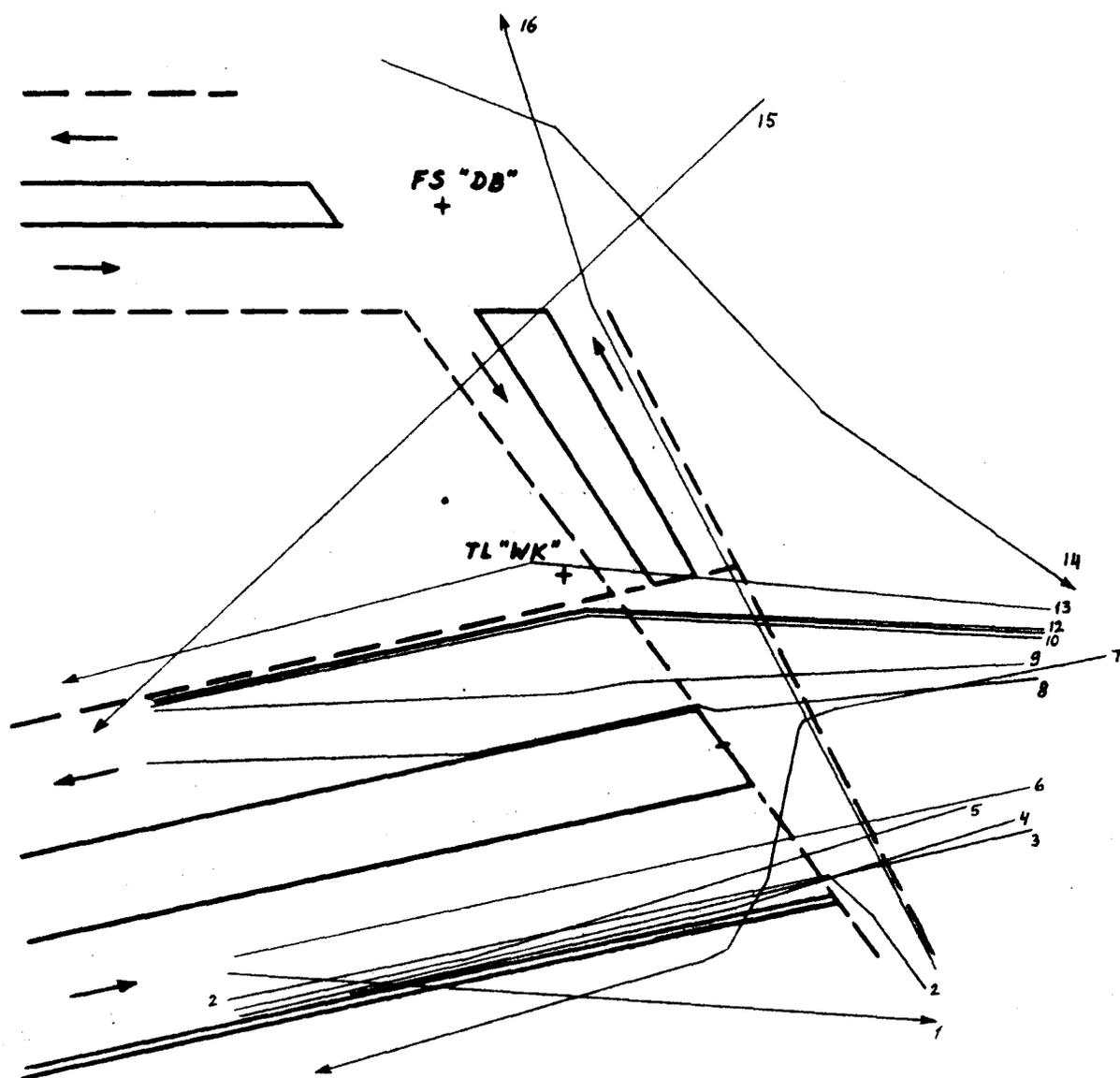
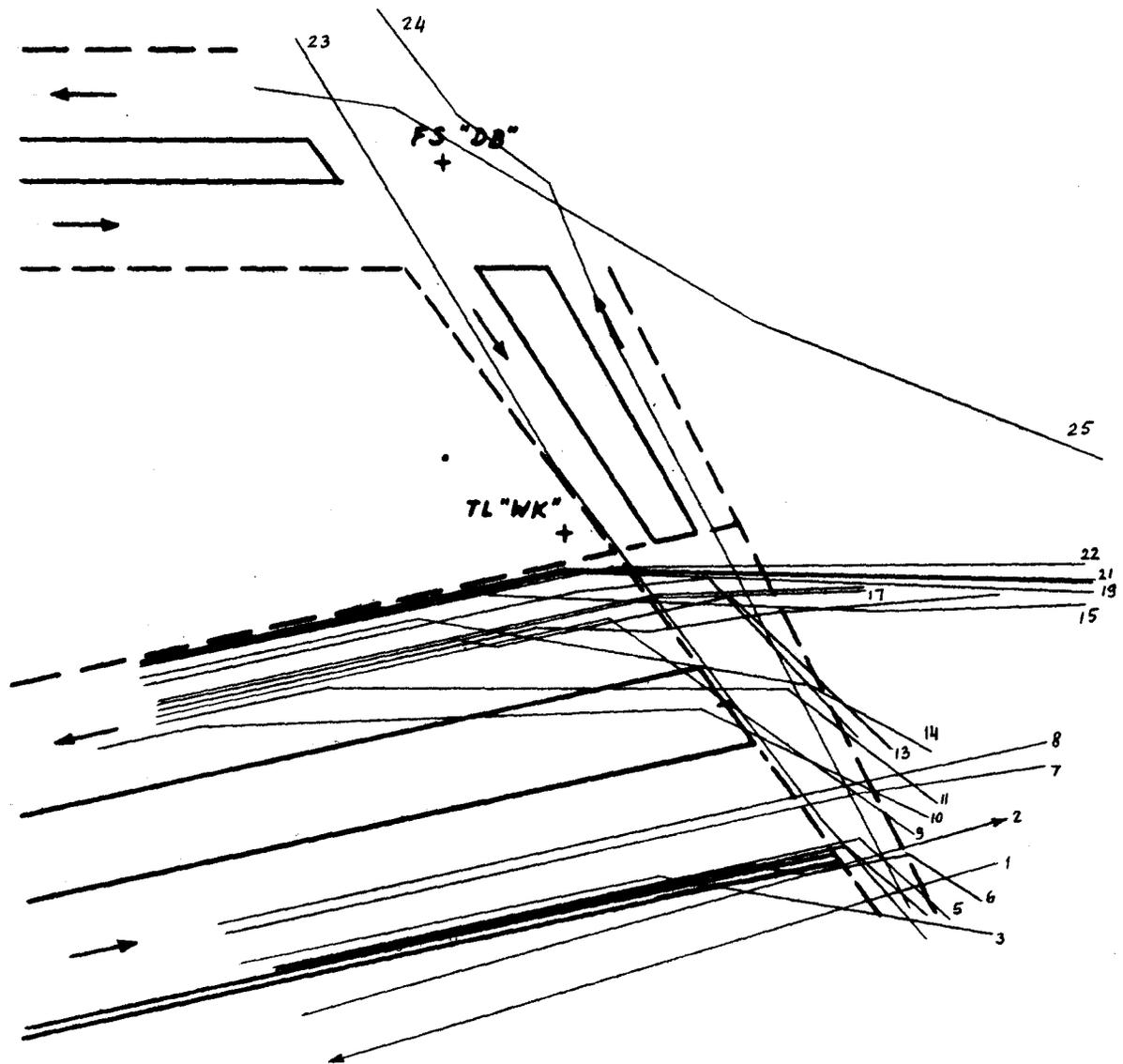


Abb. 19

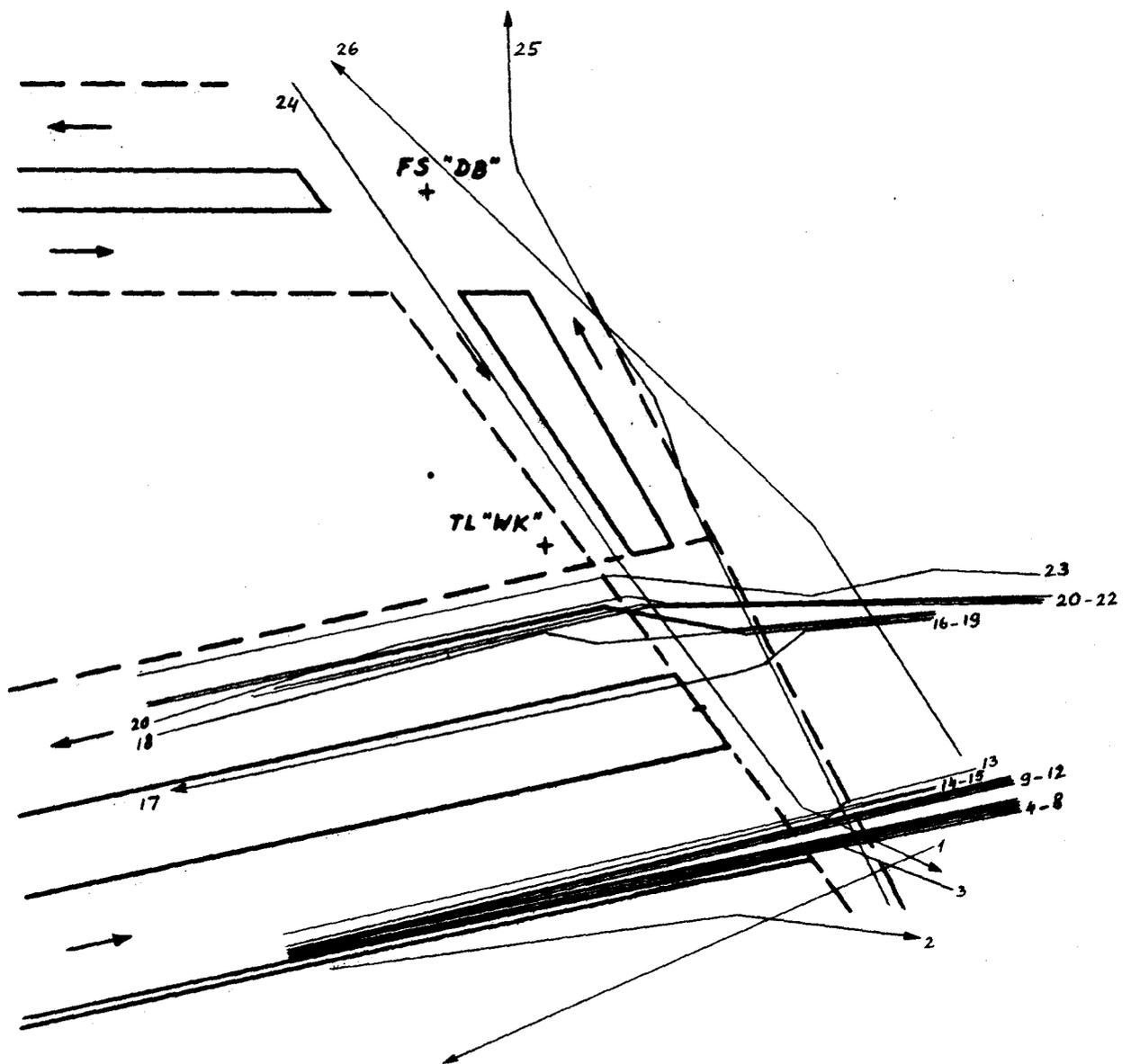
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 16.4.80
Uhrzeit: 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

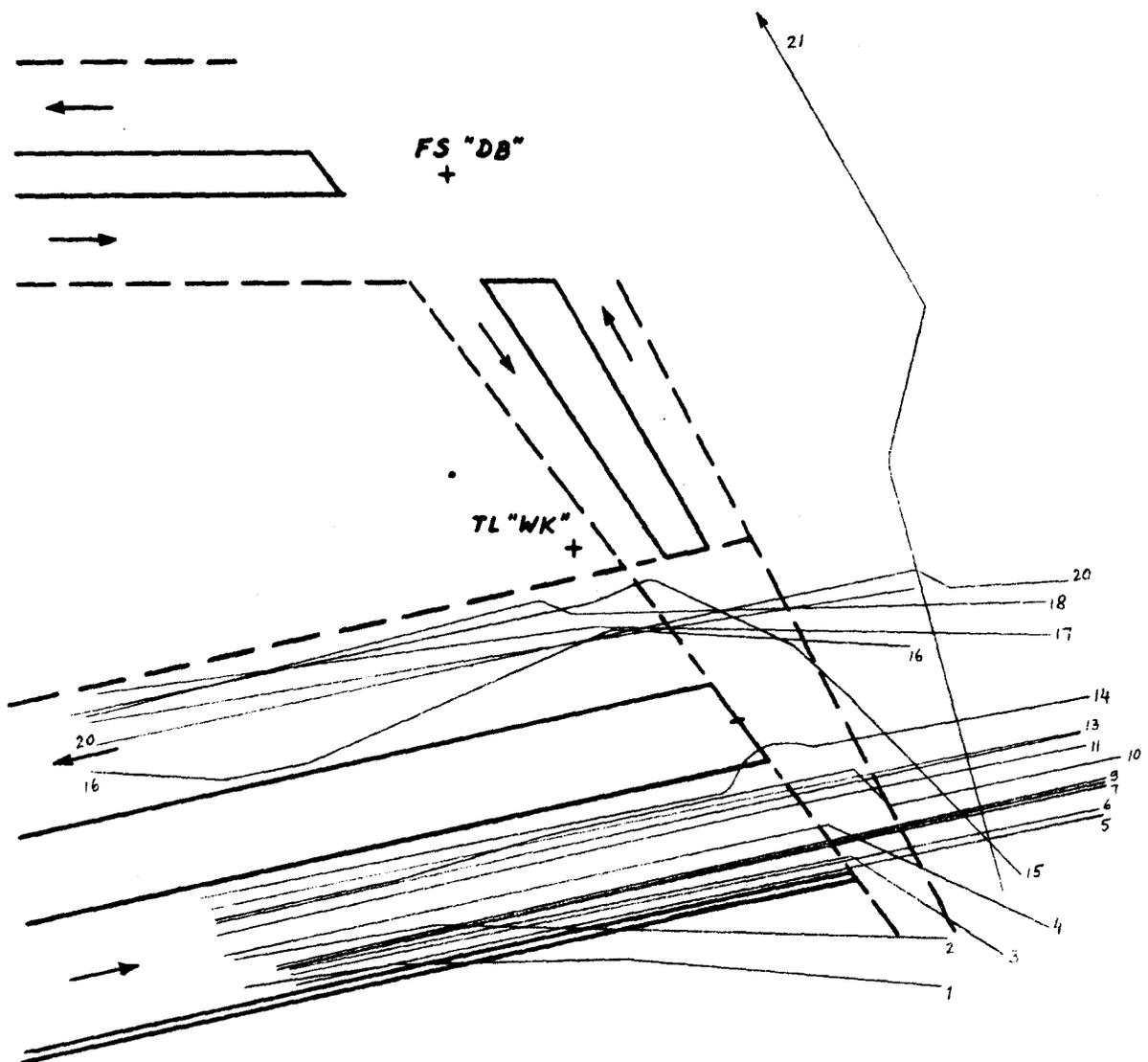
Datum : Mi 16.4.80
Uhrzeit : 21.00 - 24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 17.4.80

Uhrzeit : 0.00 - 3.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 17.4.80

Uhrzeit : 3.00 - 6.00

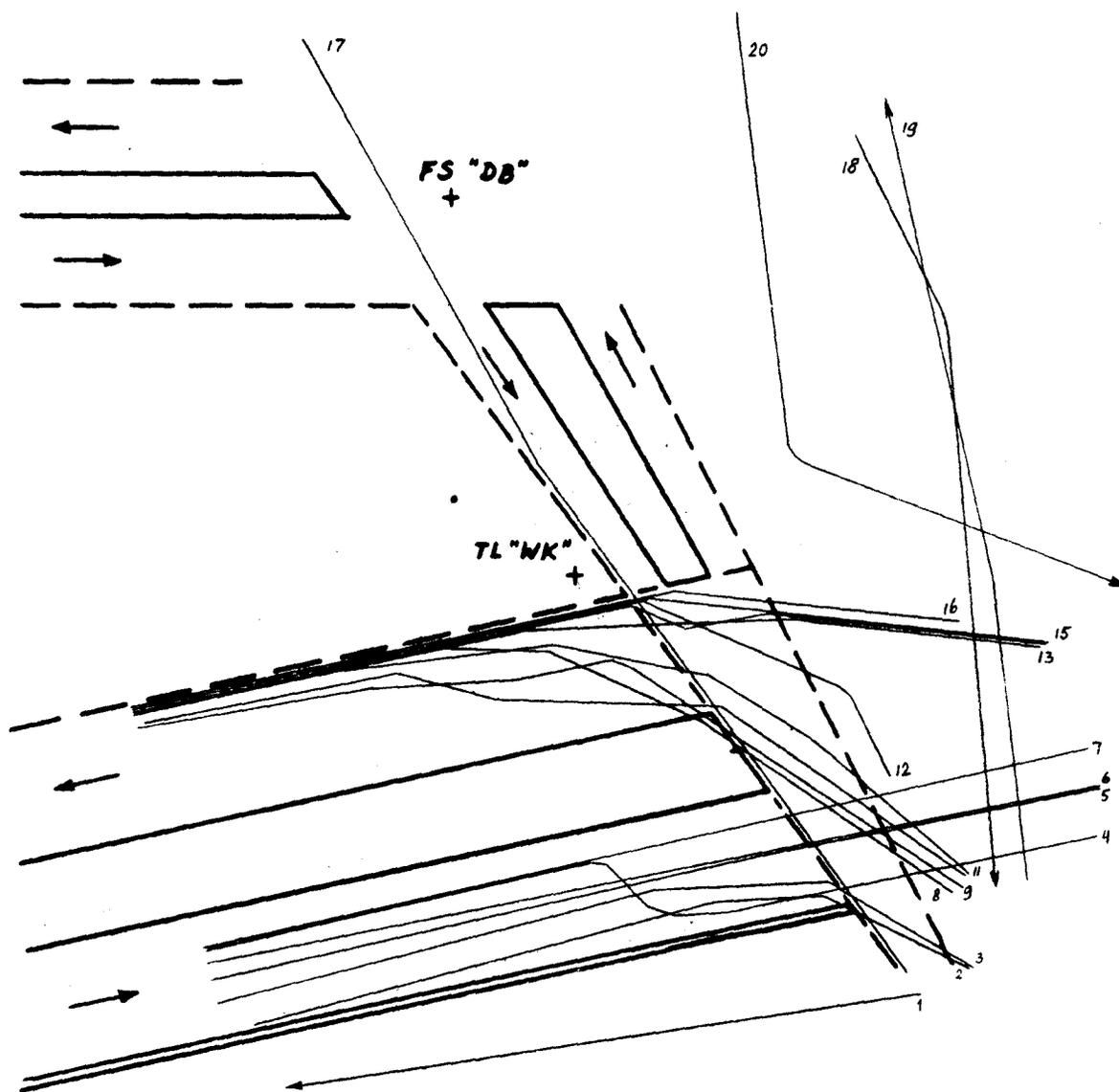
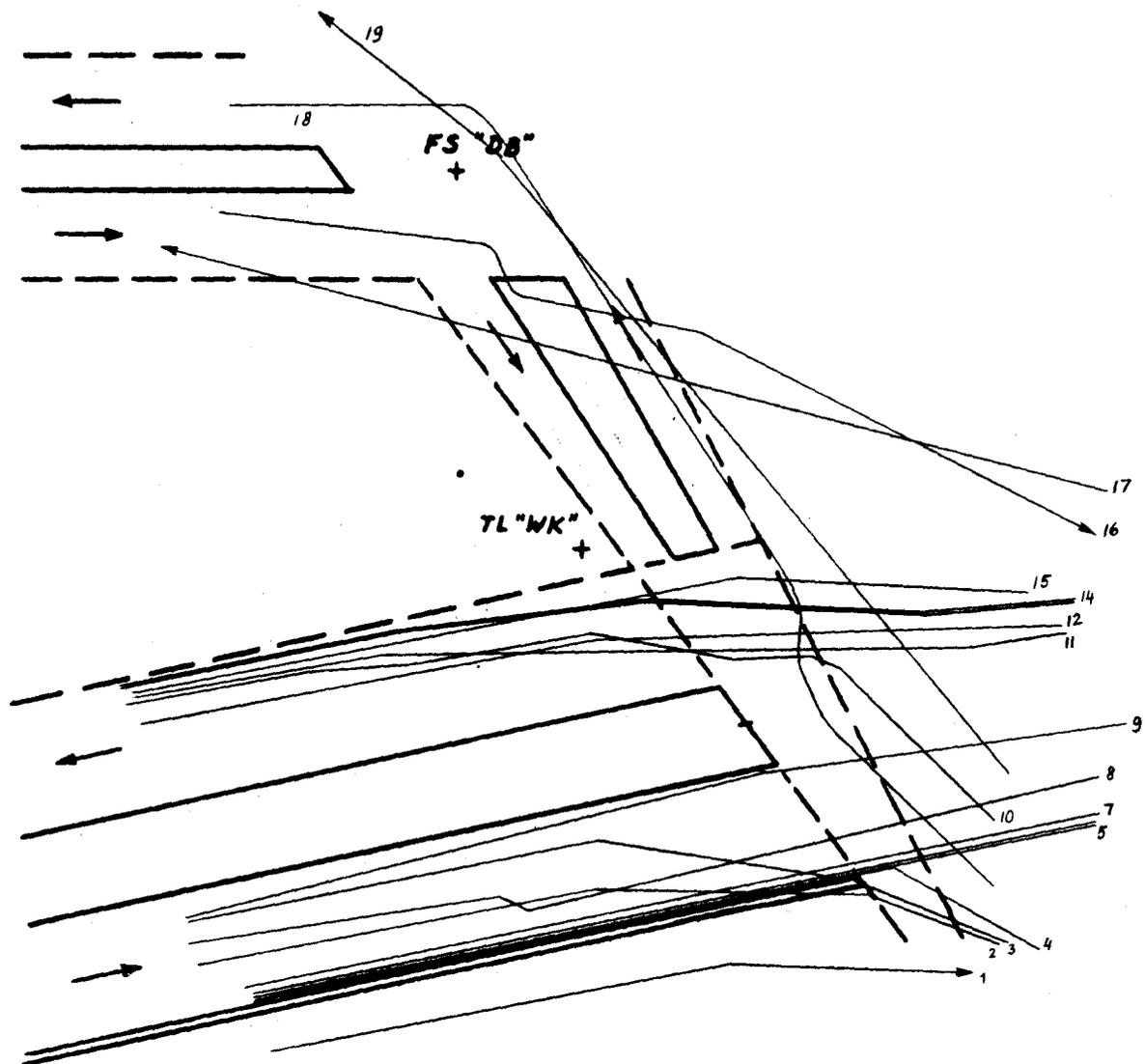


Abb. 23

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 17.4.80

Uhrzeit : 6.00-9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 17.4.80

Uhrzeit : 9.00 - 12.00

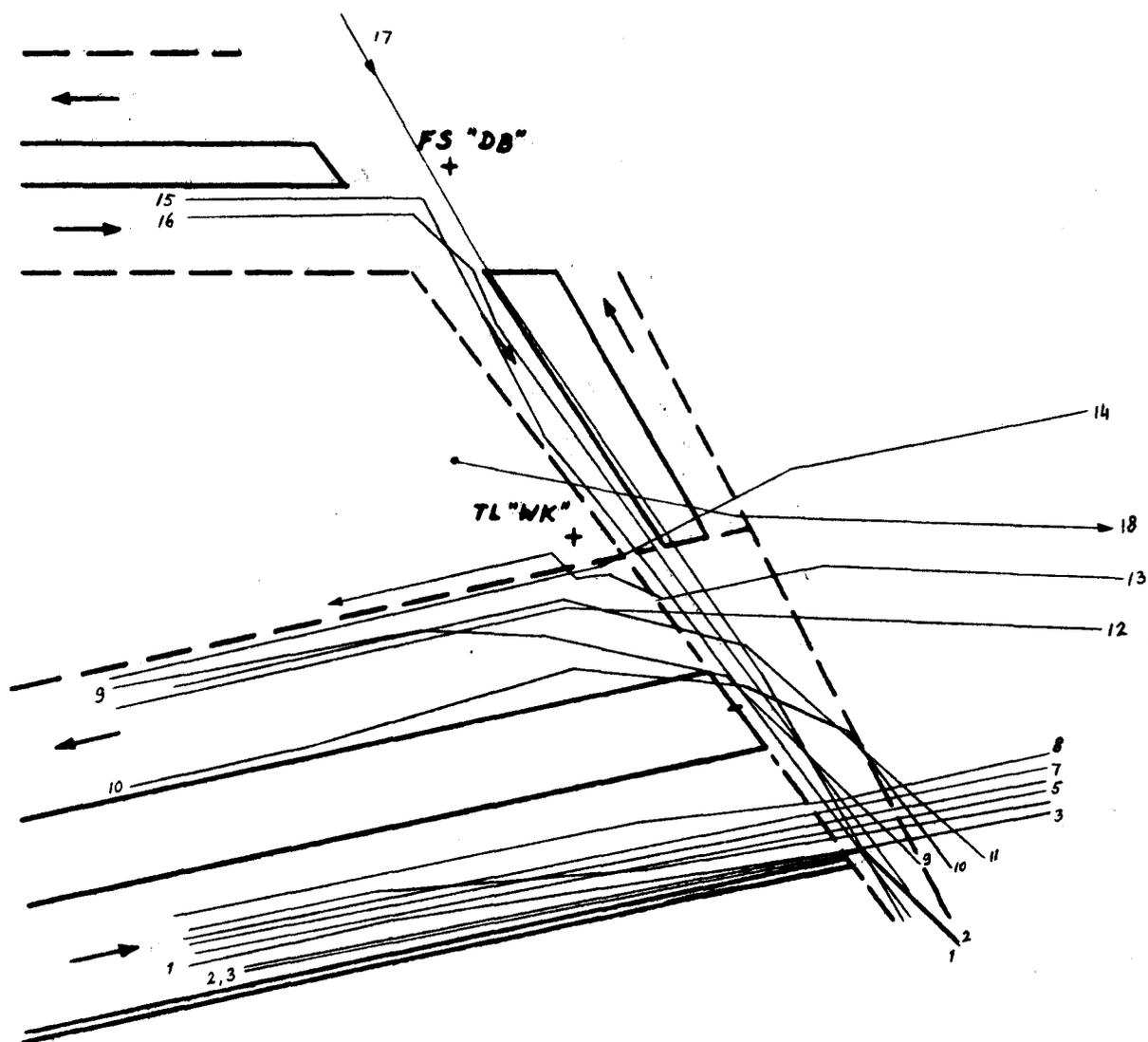
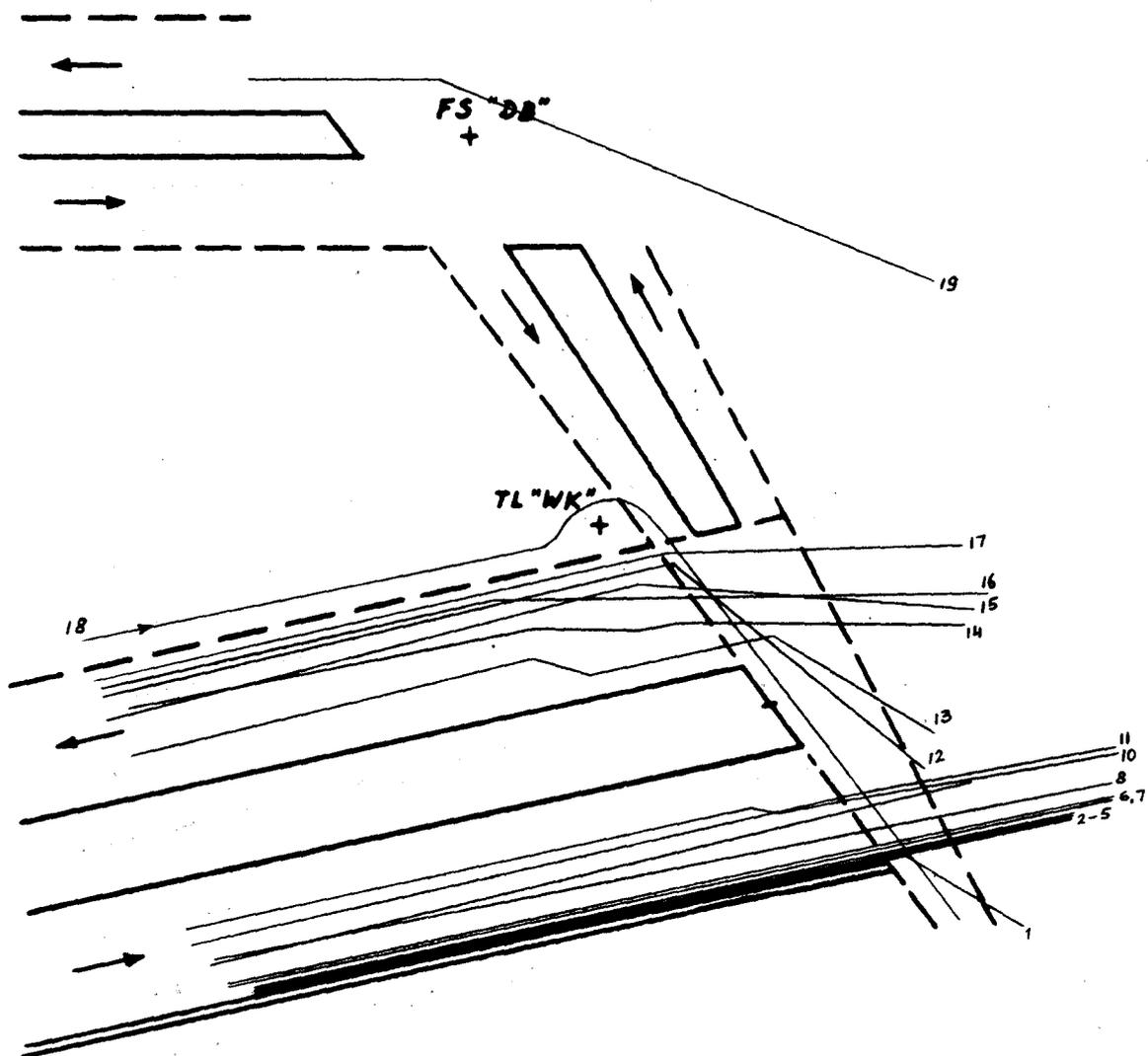


Abb. 25

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 17.4.80

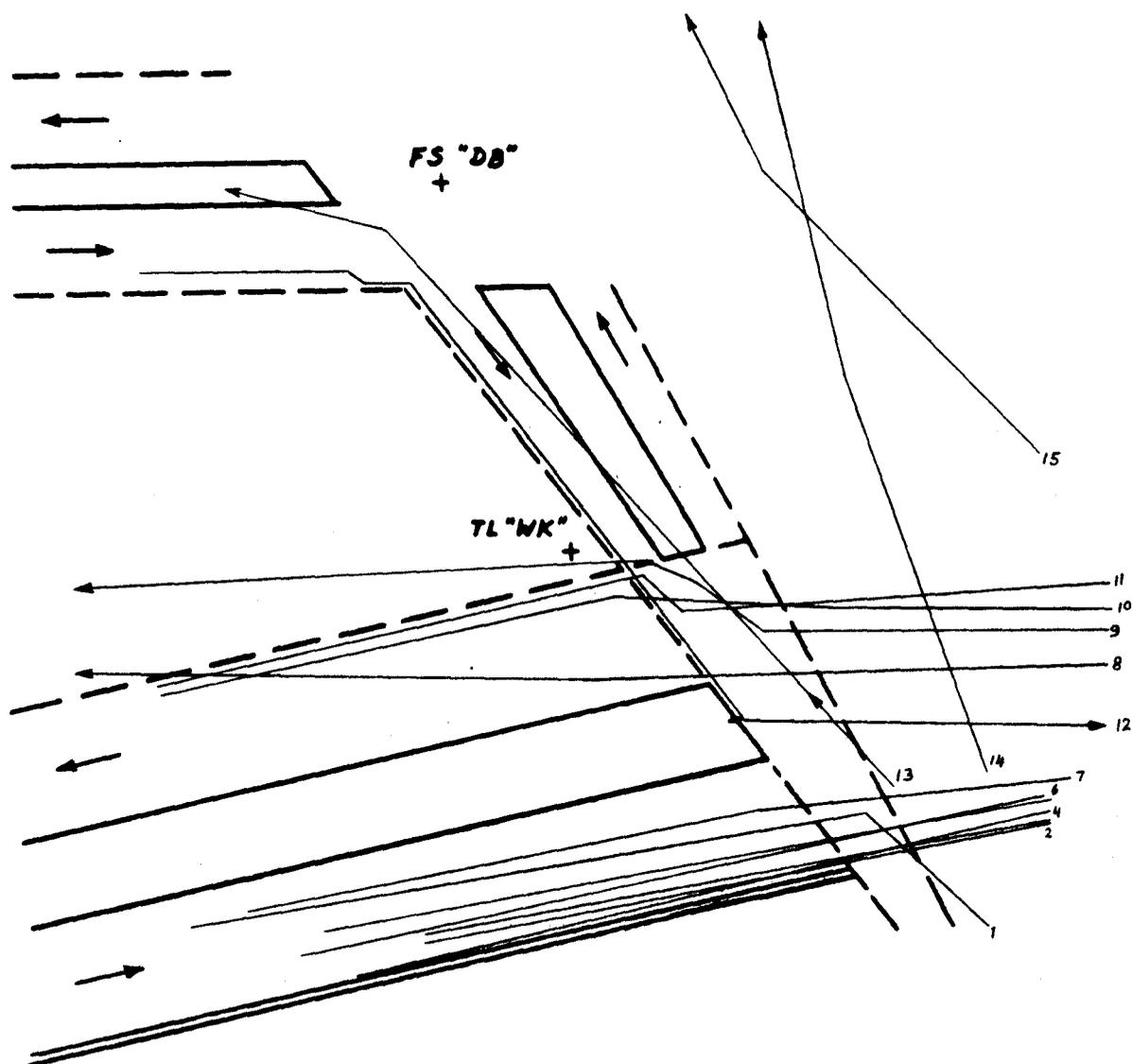
Uhrzeit : 12.00 - 15.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

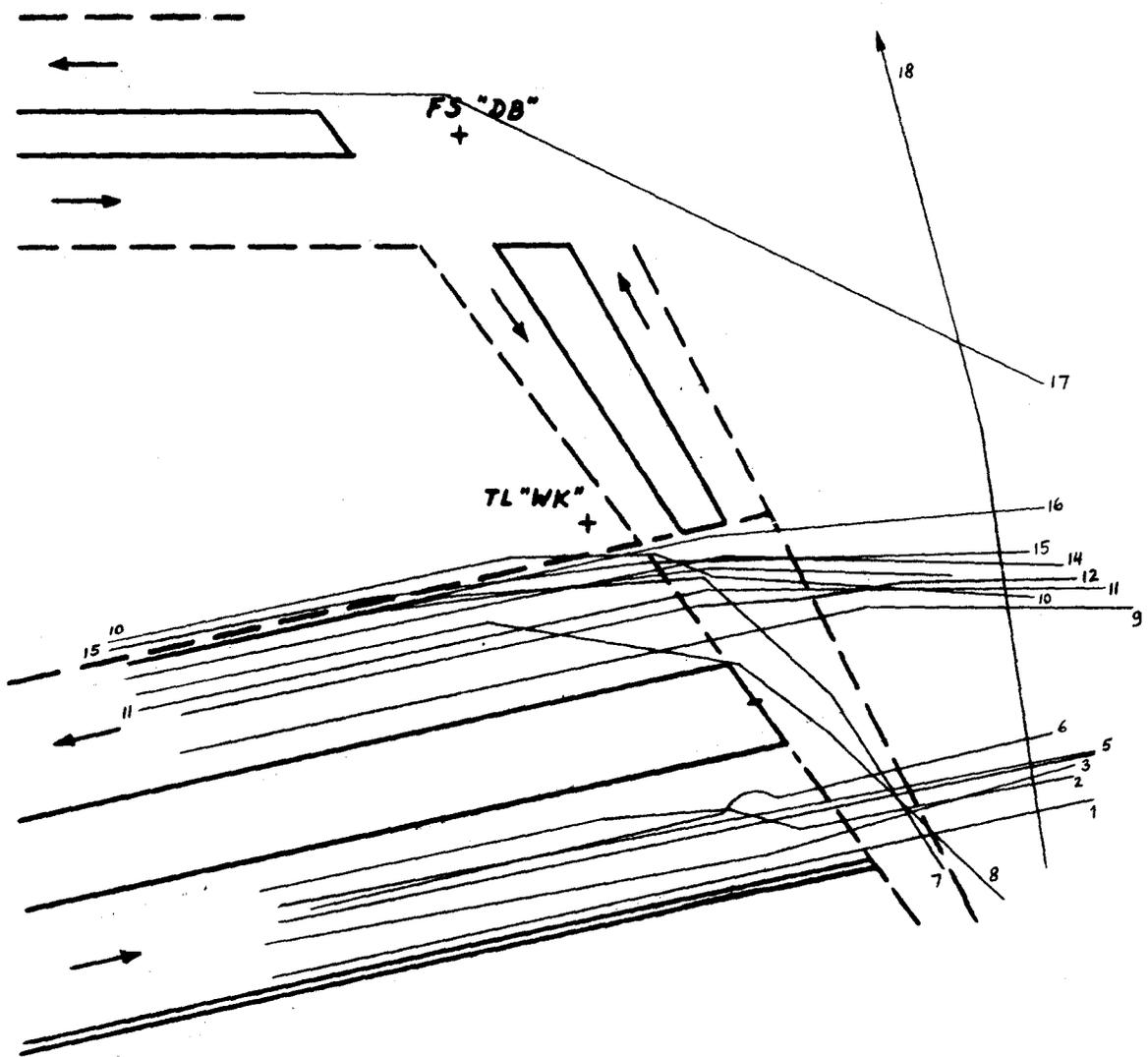
Datum : Do 17.4.80

Uhrzeit: 15.00-18.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

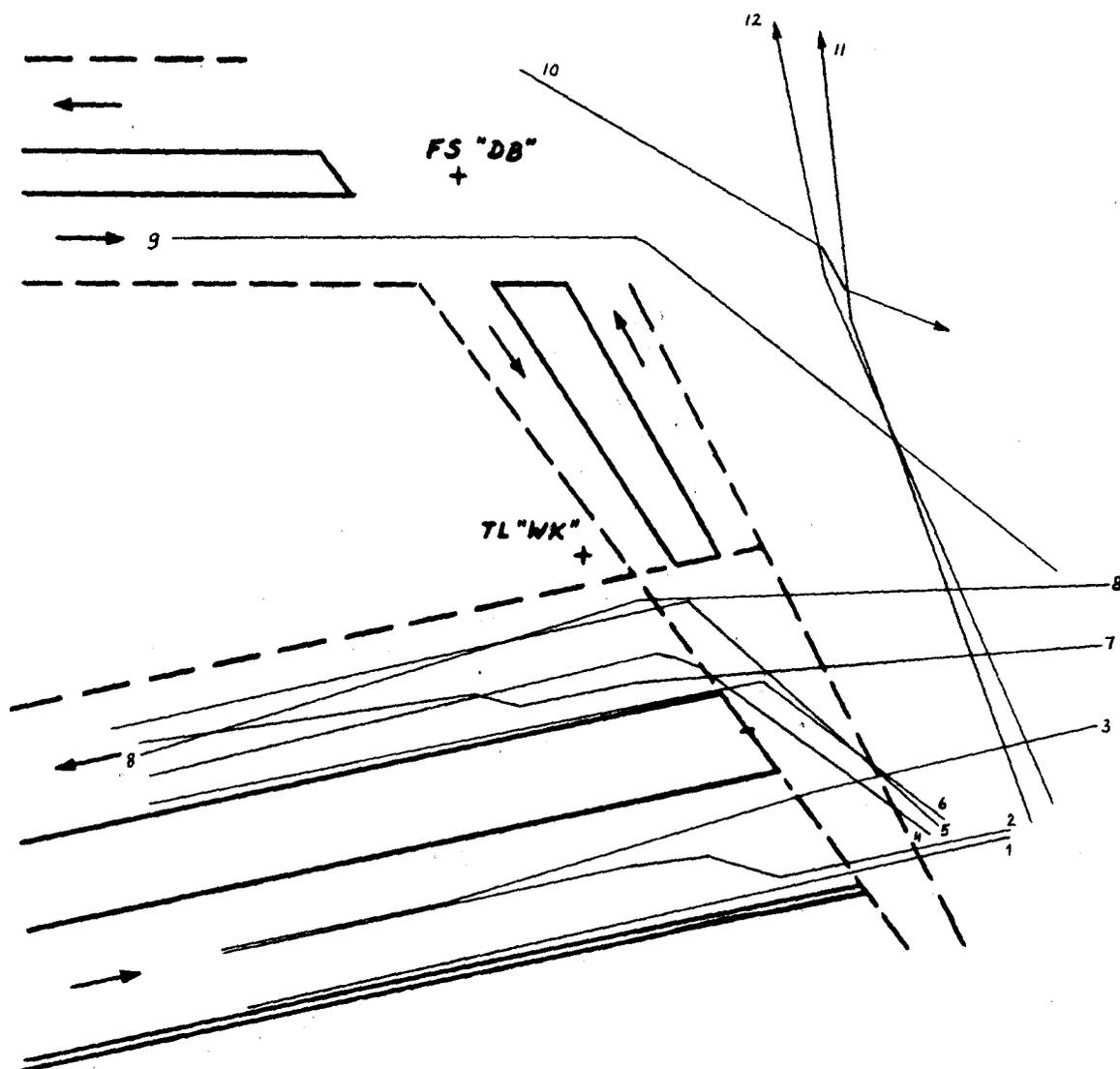
Datum : Do 17.4.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

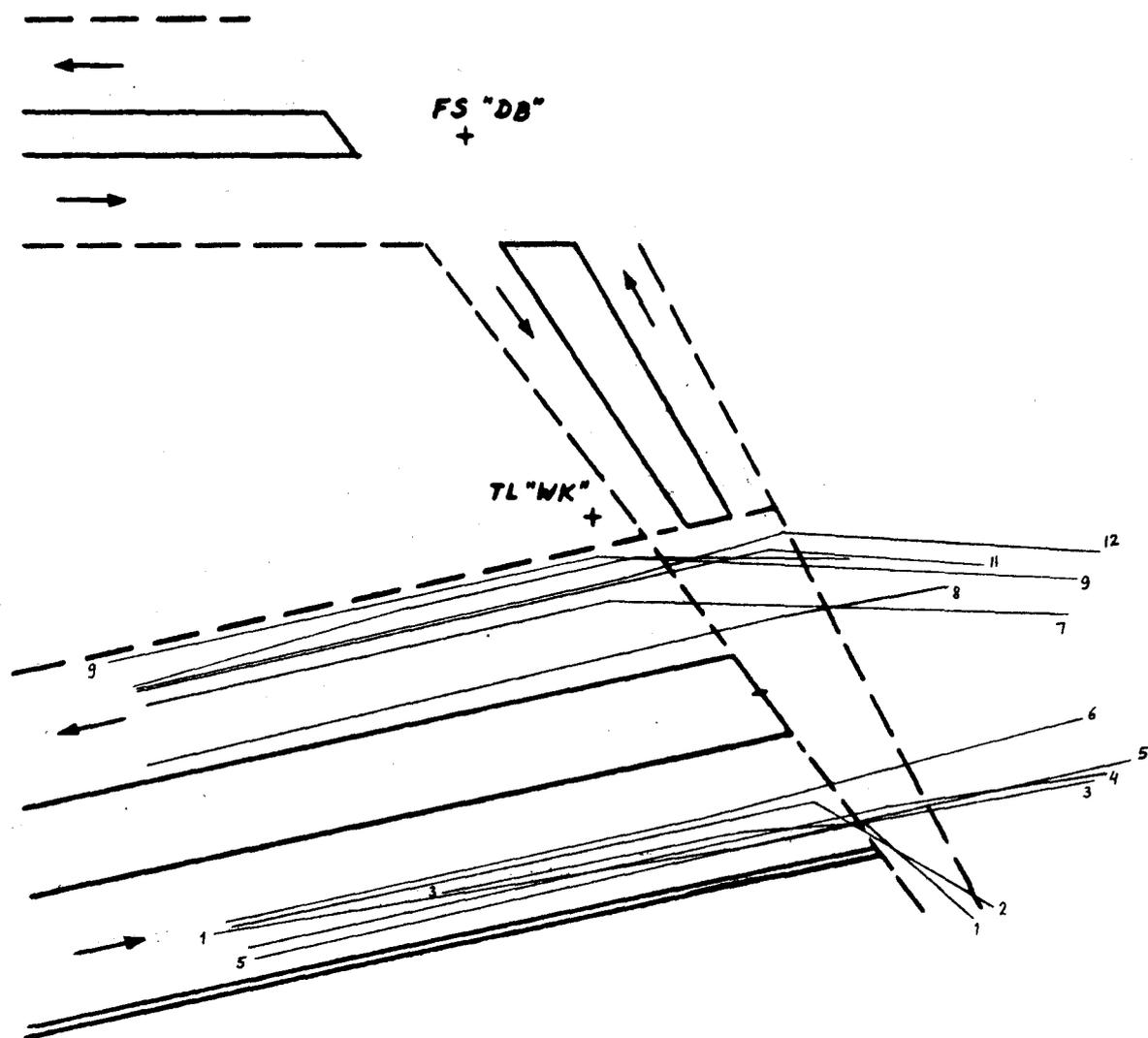
Datum : Do 17.4.80

Uhrzeit : 21.00 - 24.00



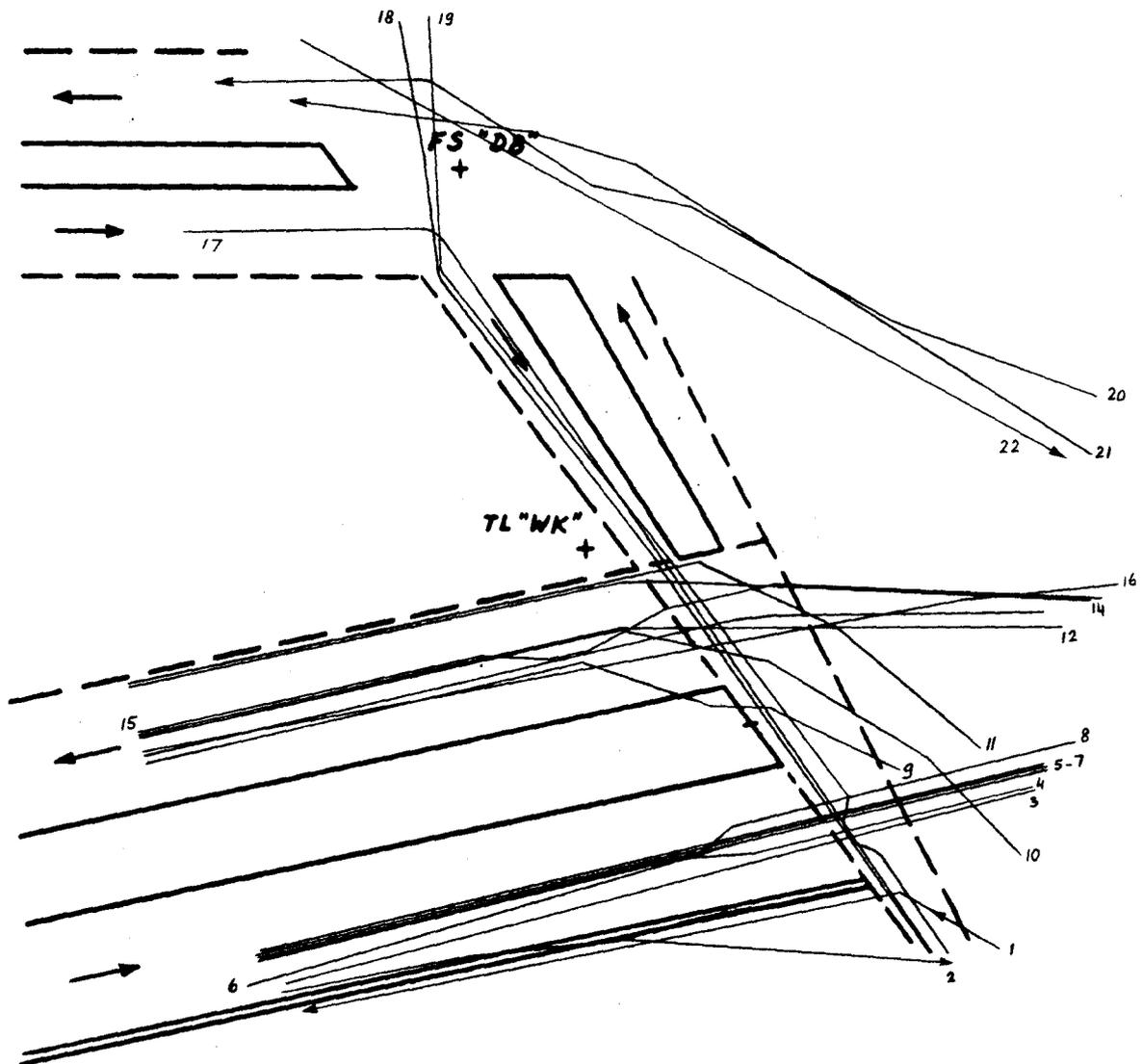
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit : 0.00 - 3.00



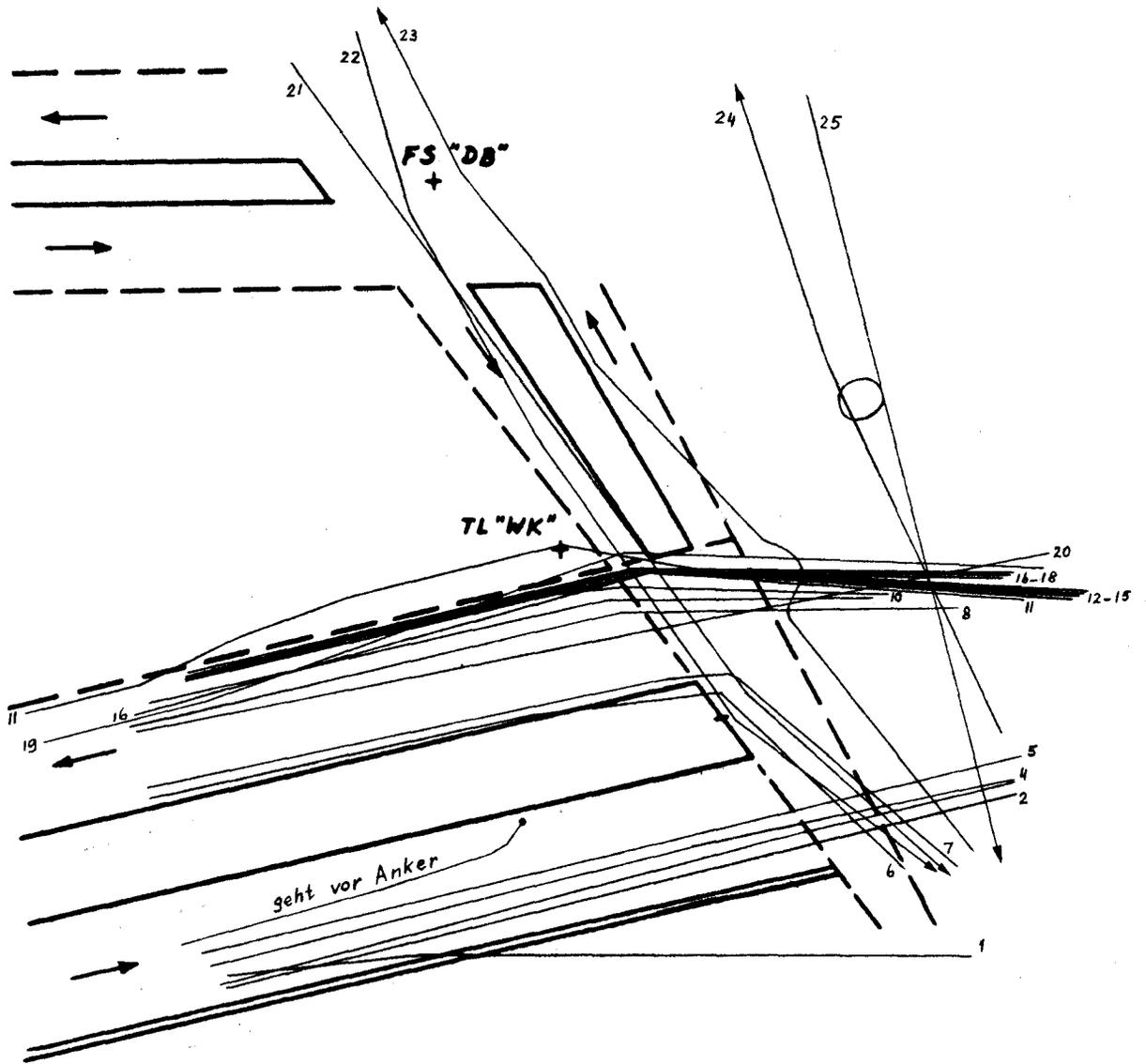
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit : 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

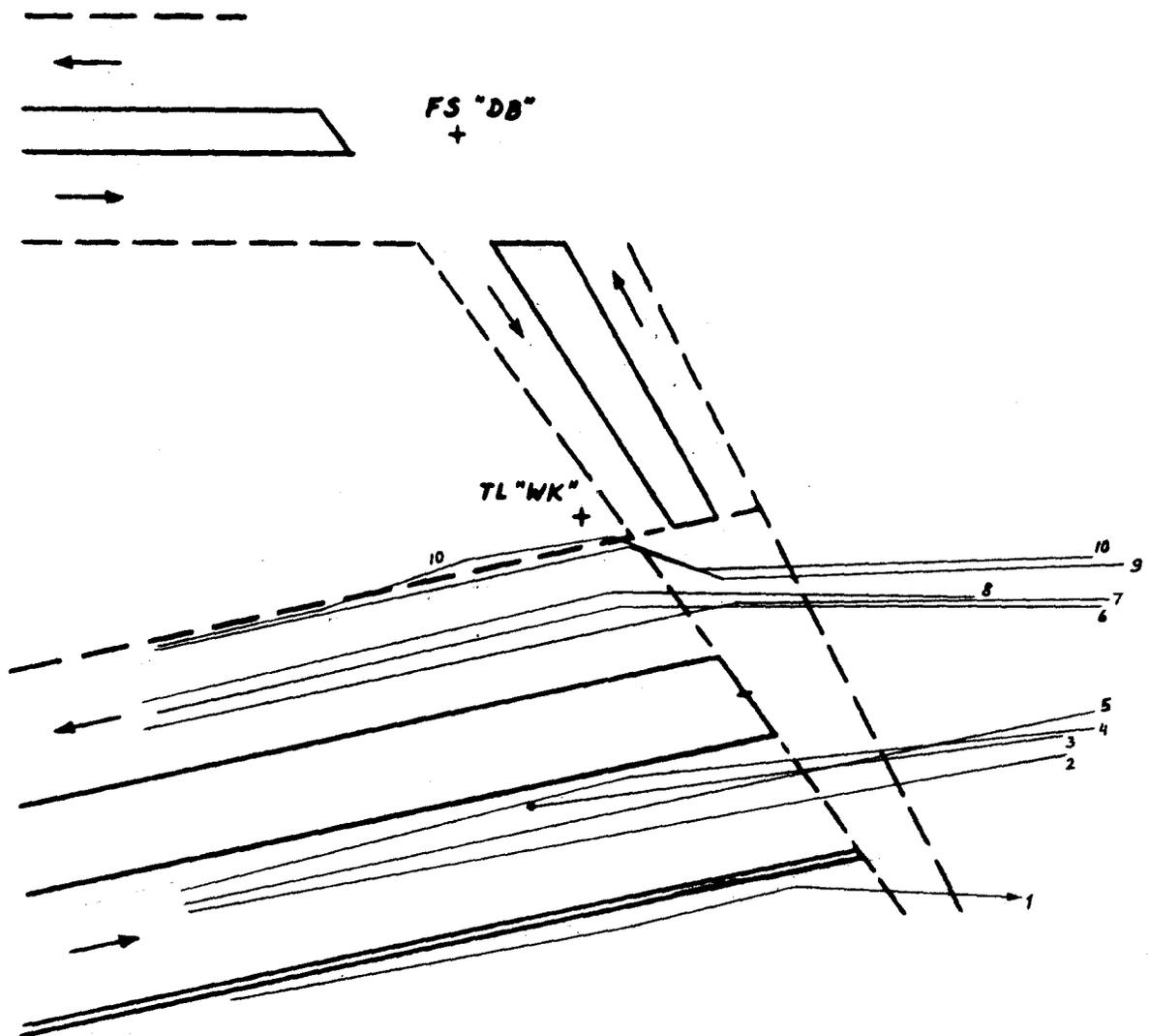
Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

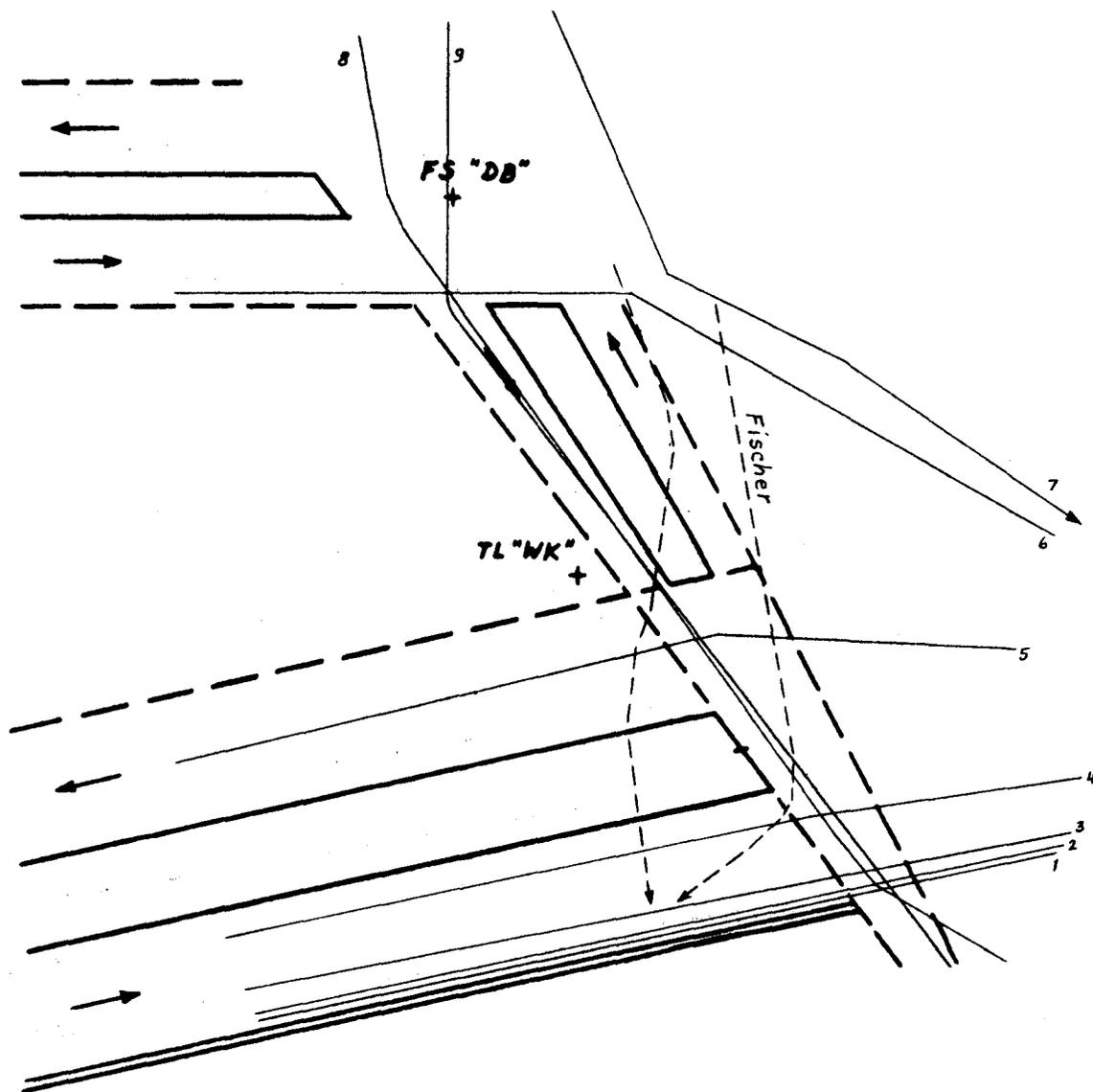
Datum : Fr 18.4.80

Uhrzeit : 9.00 - 12.00



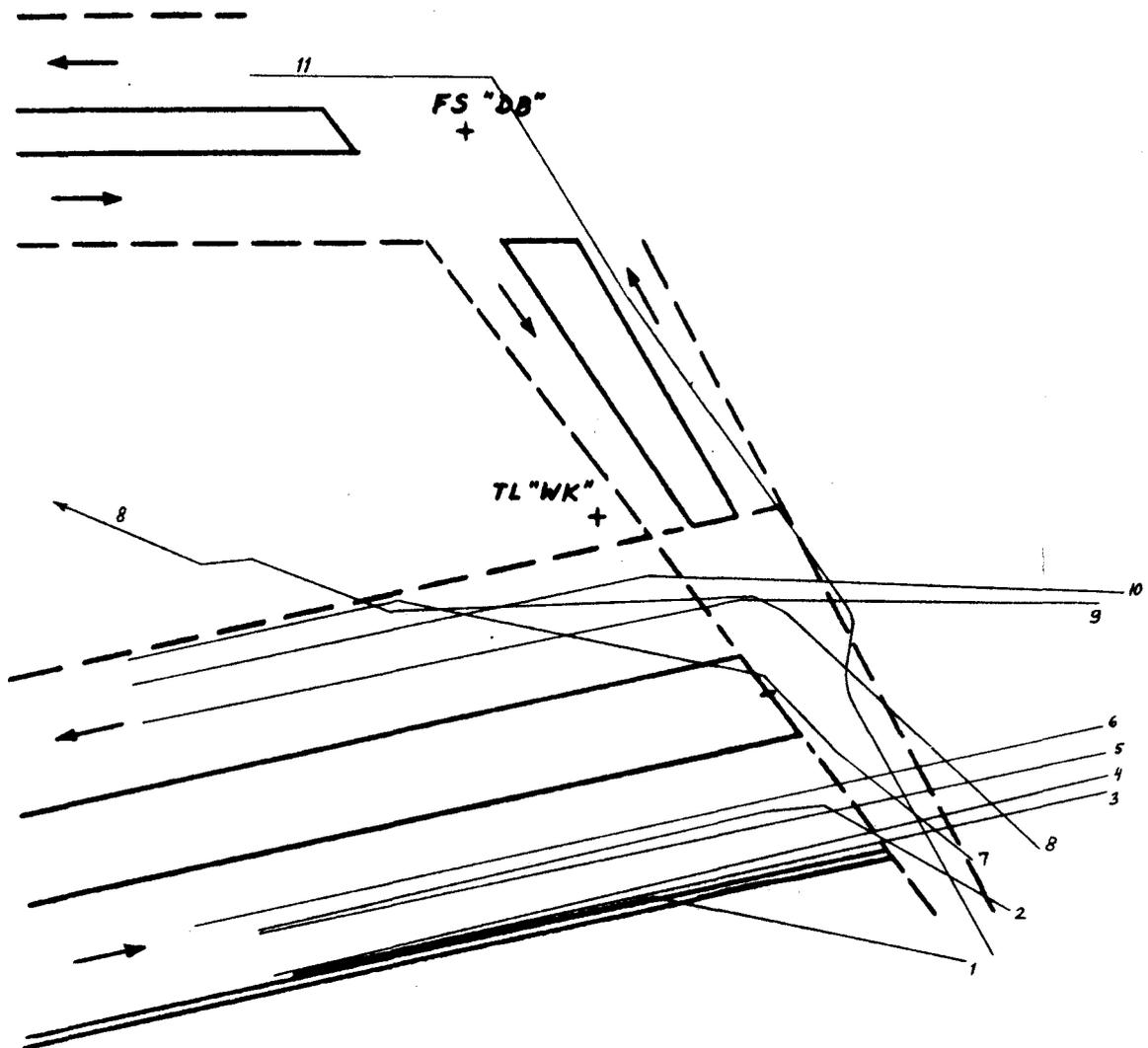
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit : 12.00 - 15.00



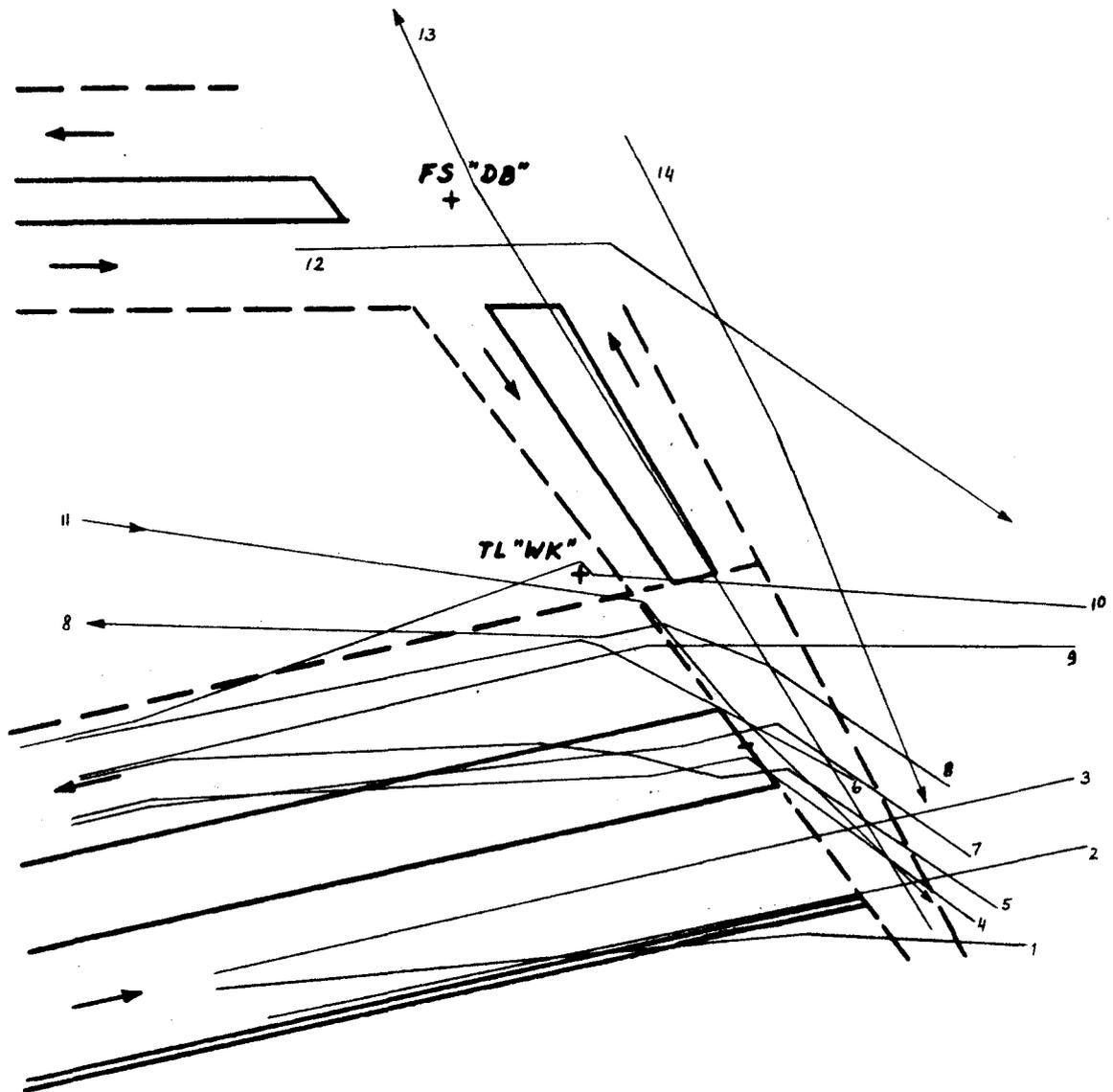
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit: 15.00 - 18.00



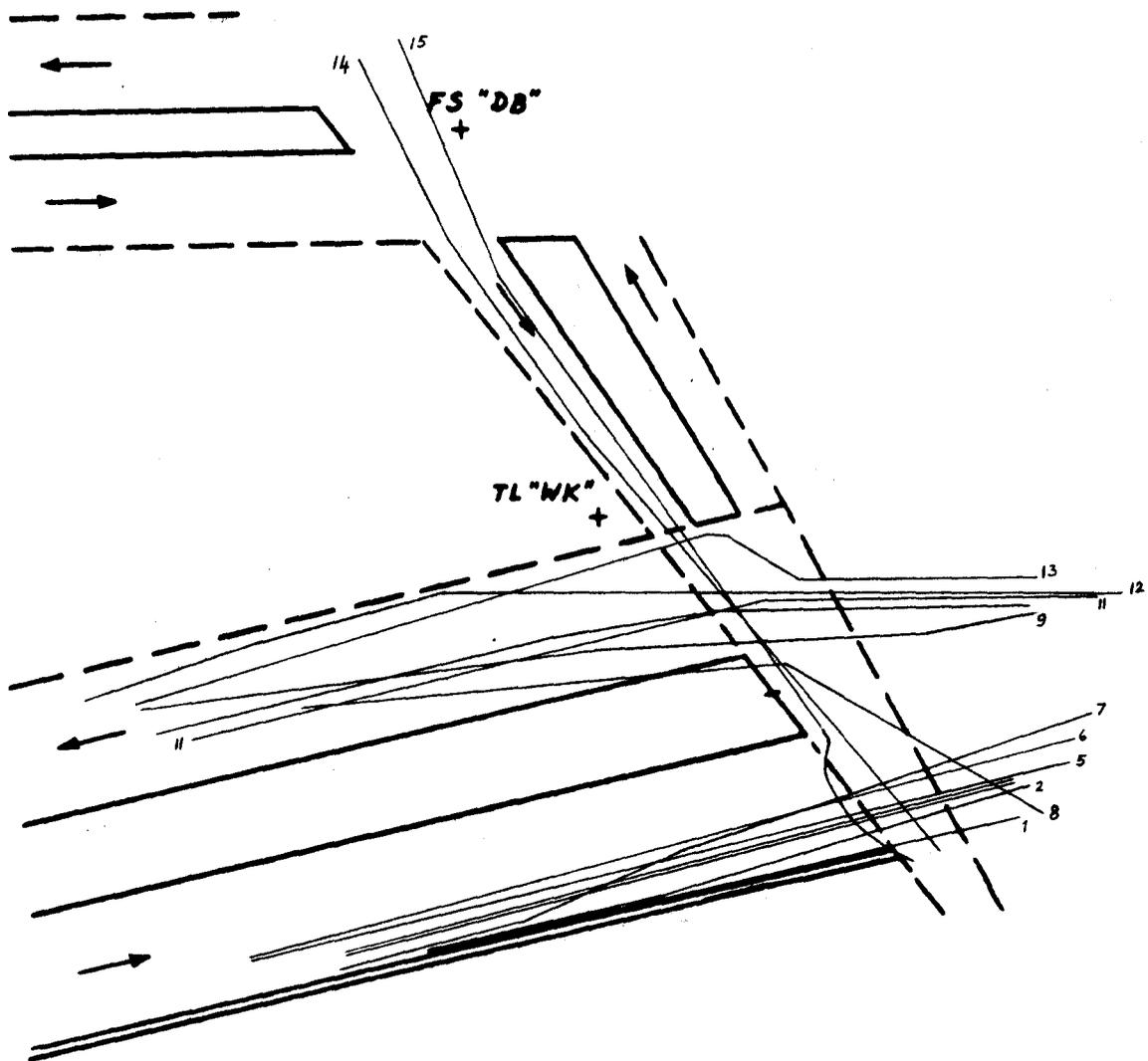
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



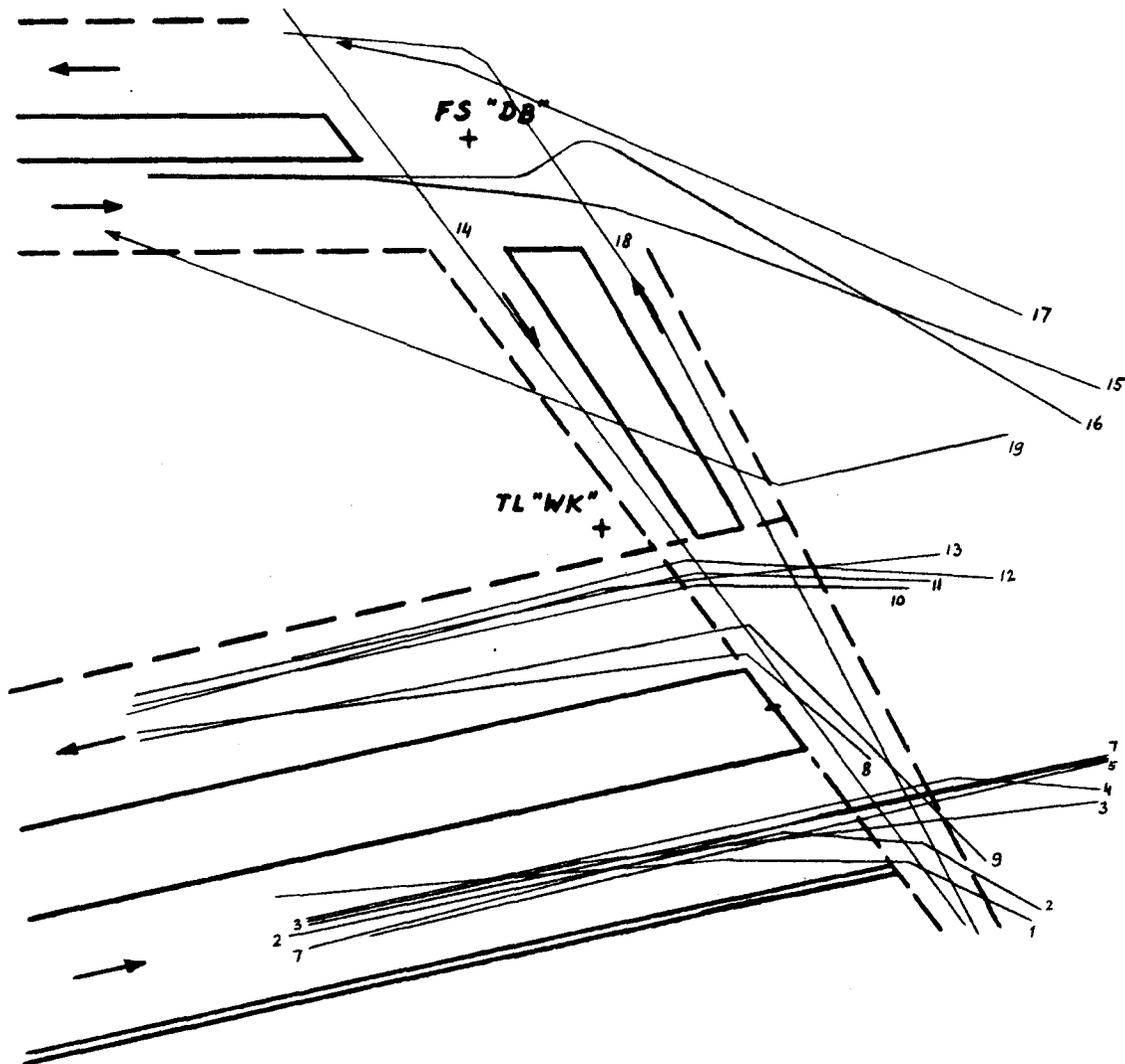
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 18.4.80
Uhrzeit : 21.00 - 24.00



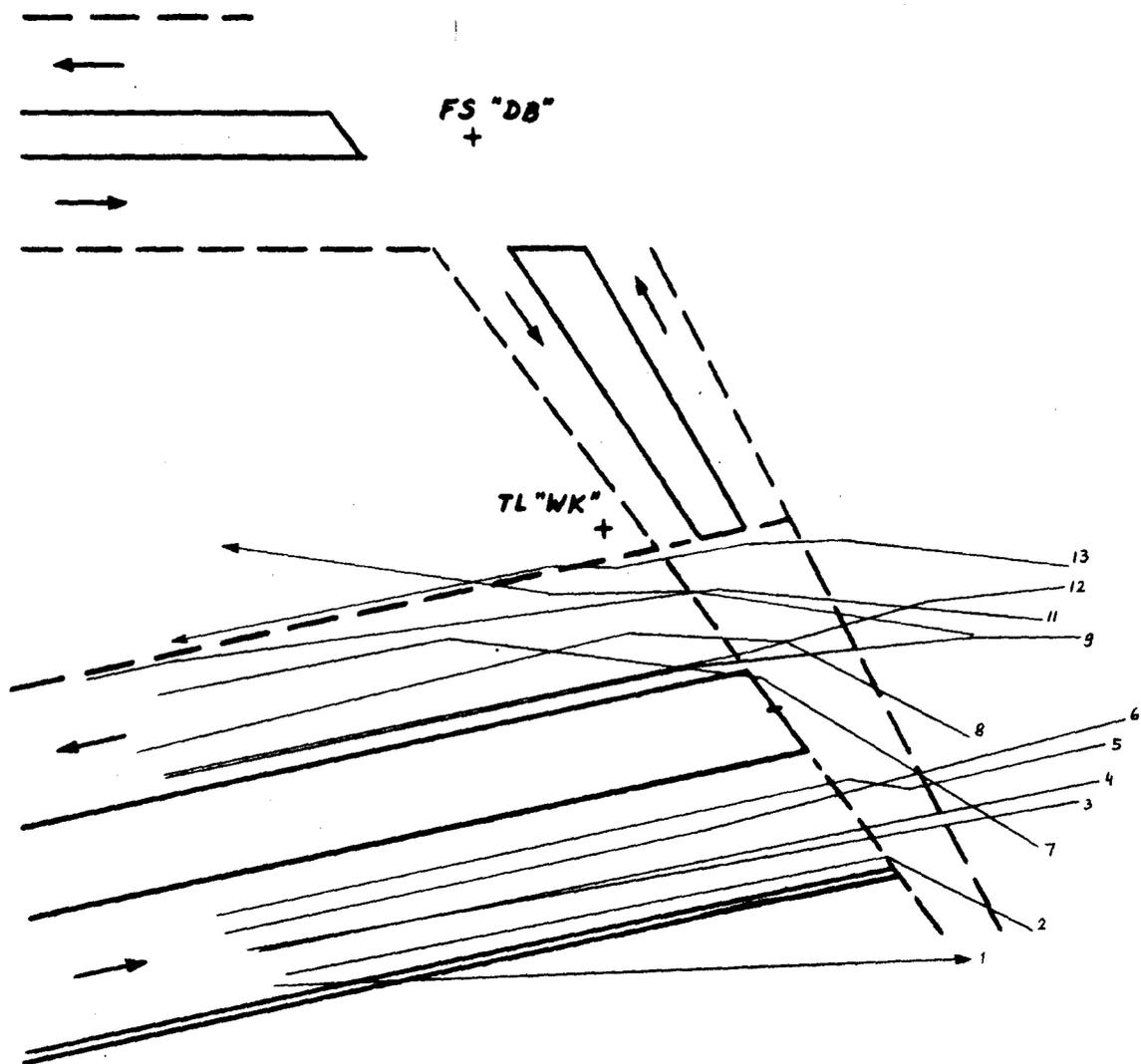
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Sa 19.4.80
Uhrzeit : 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

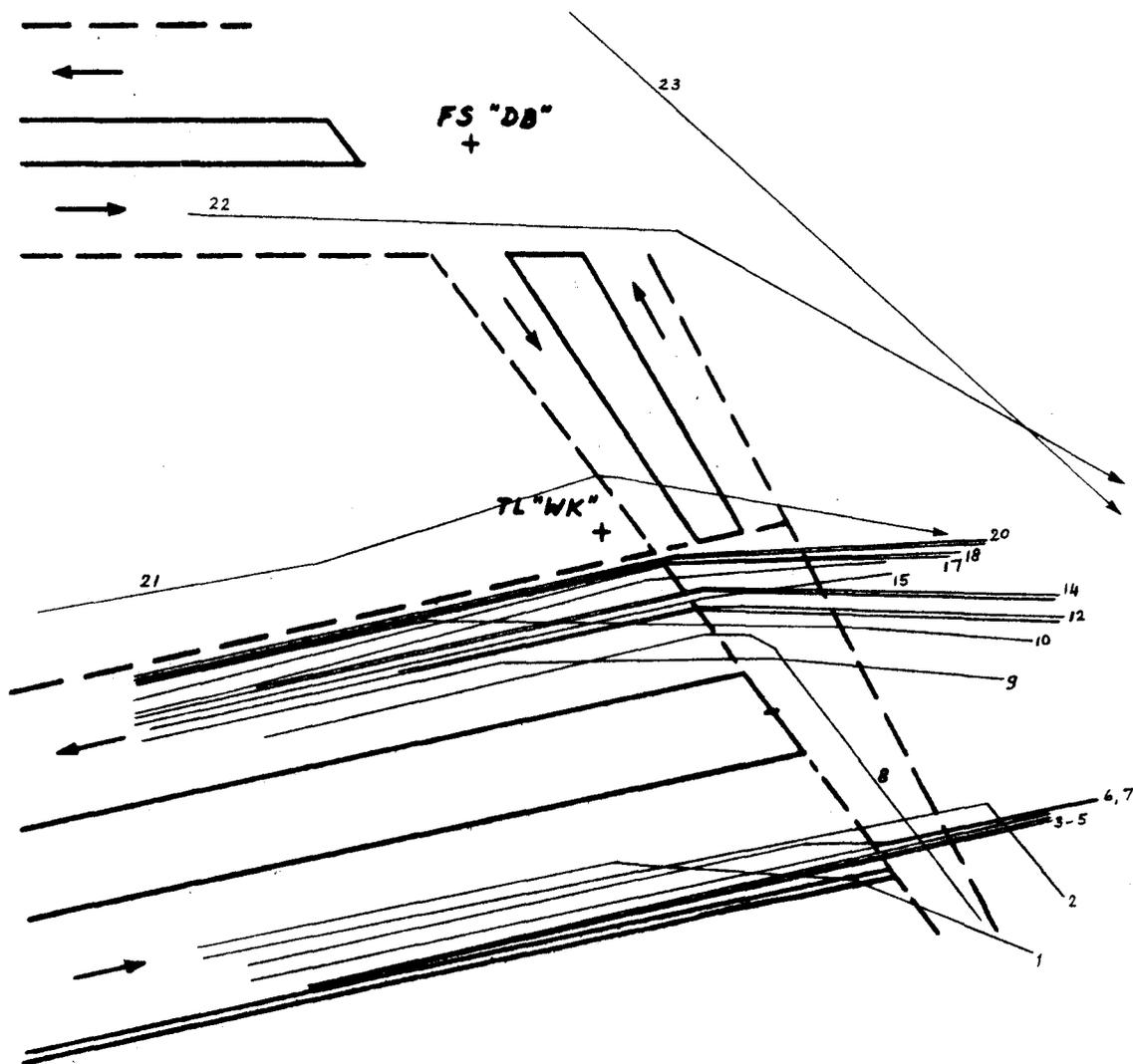
Datum : Sa 19.4.80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

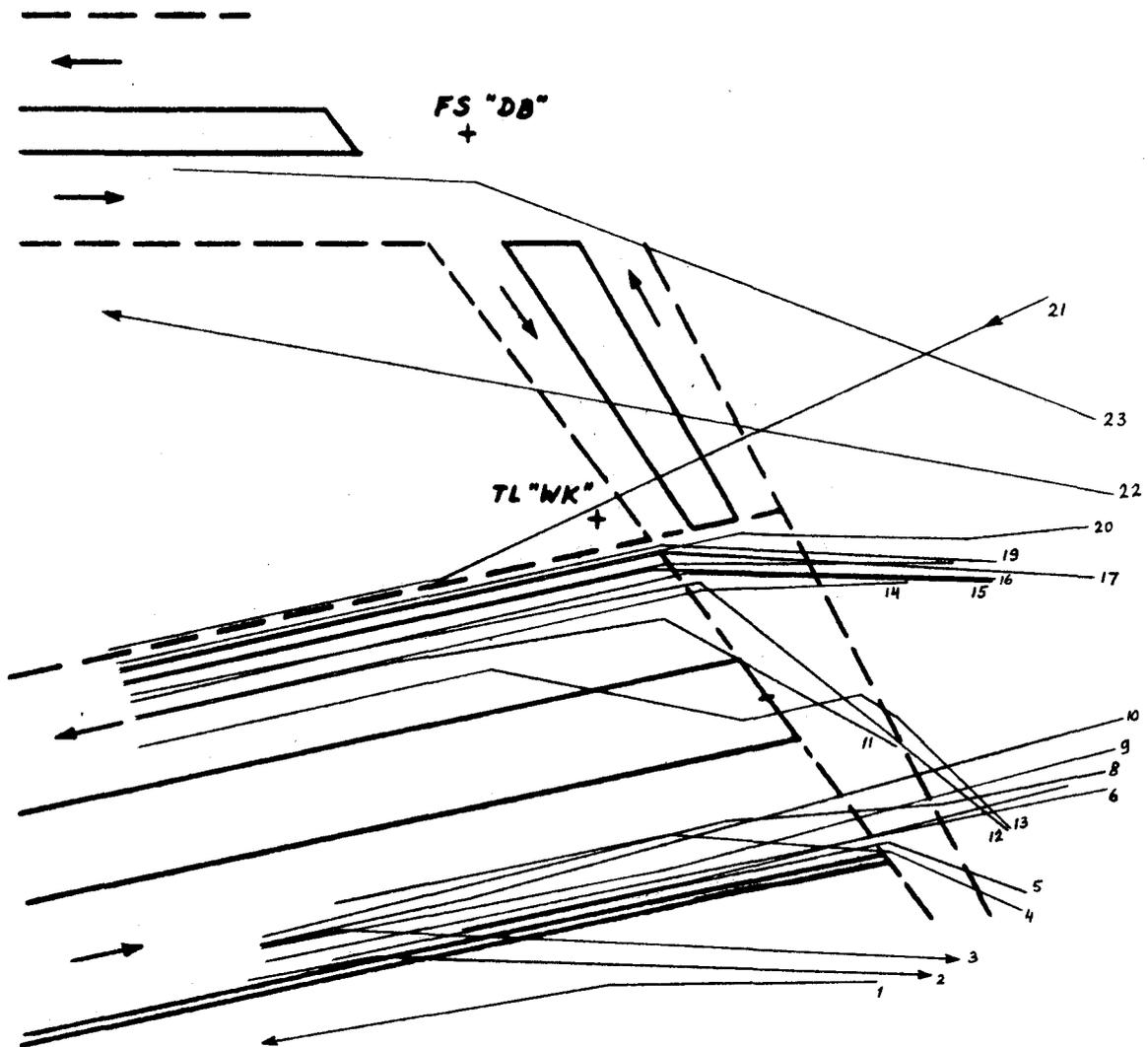
Datum : Di 22.4.80

Uhrzeit : 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

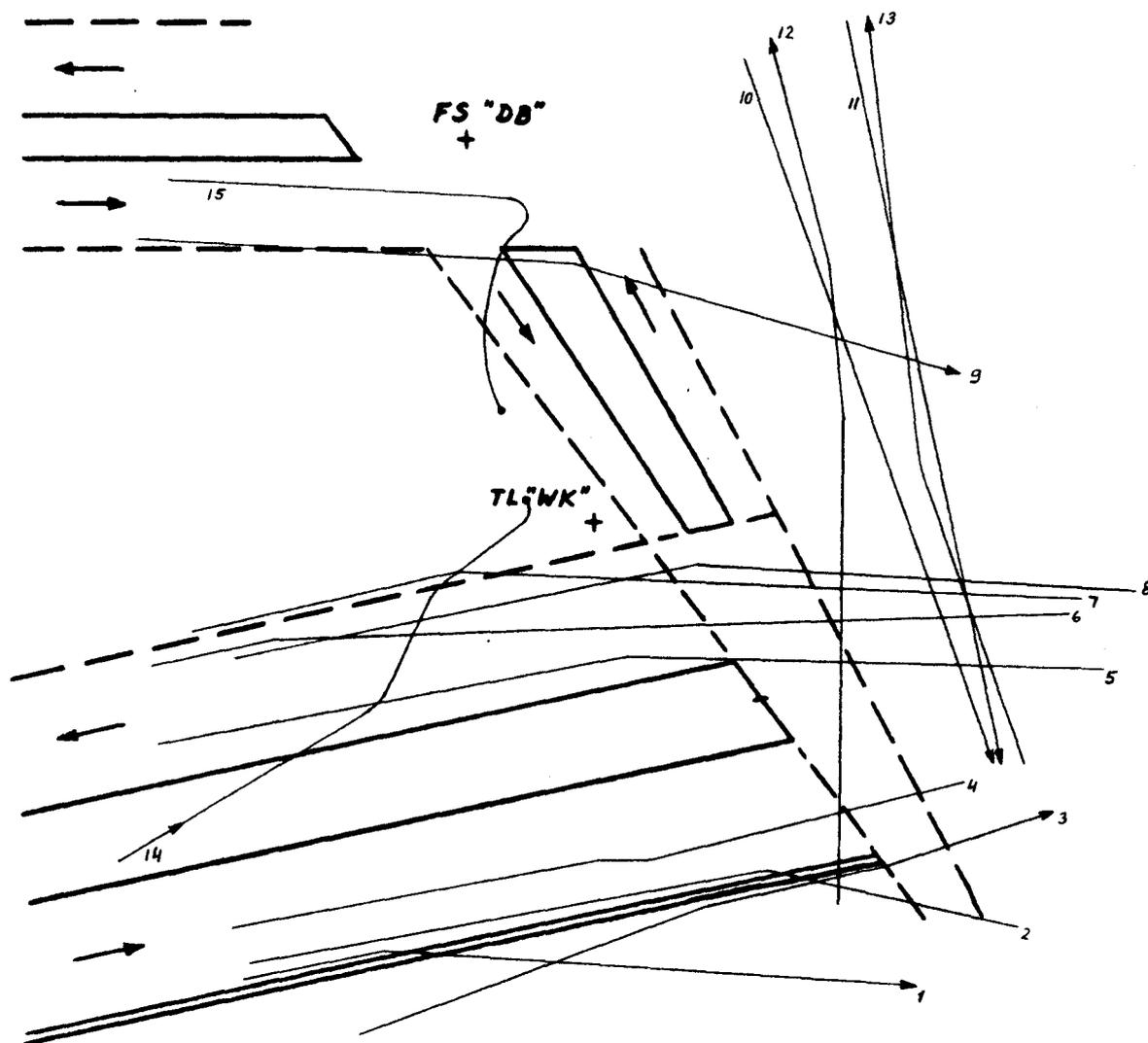
Datum : Di 22.4.80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

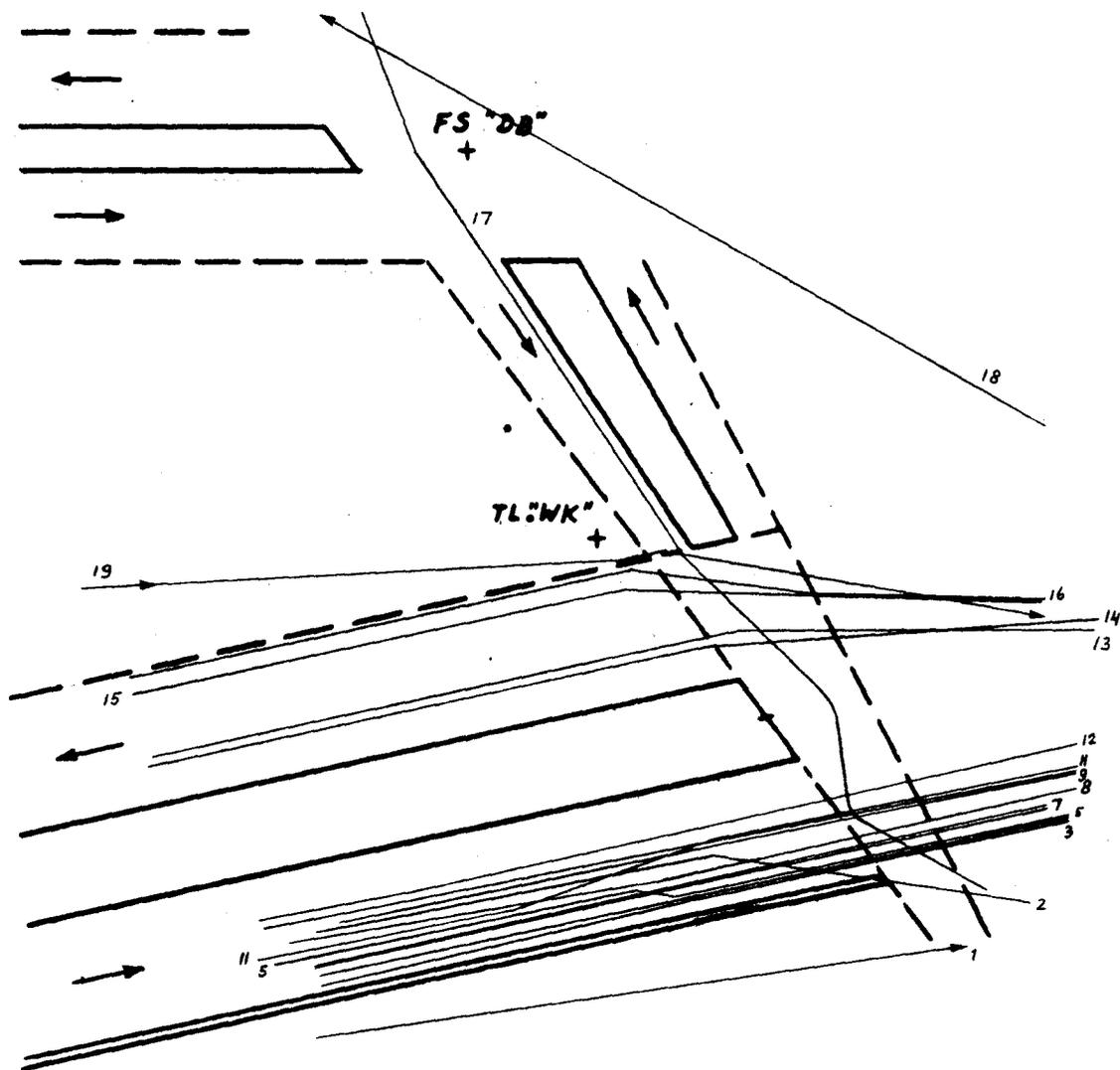
Datum : Di 22.4.80

Uhrzeit : 9.00 - 12.00



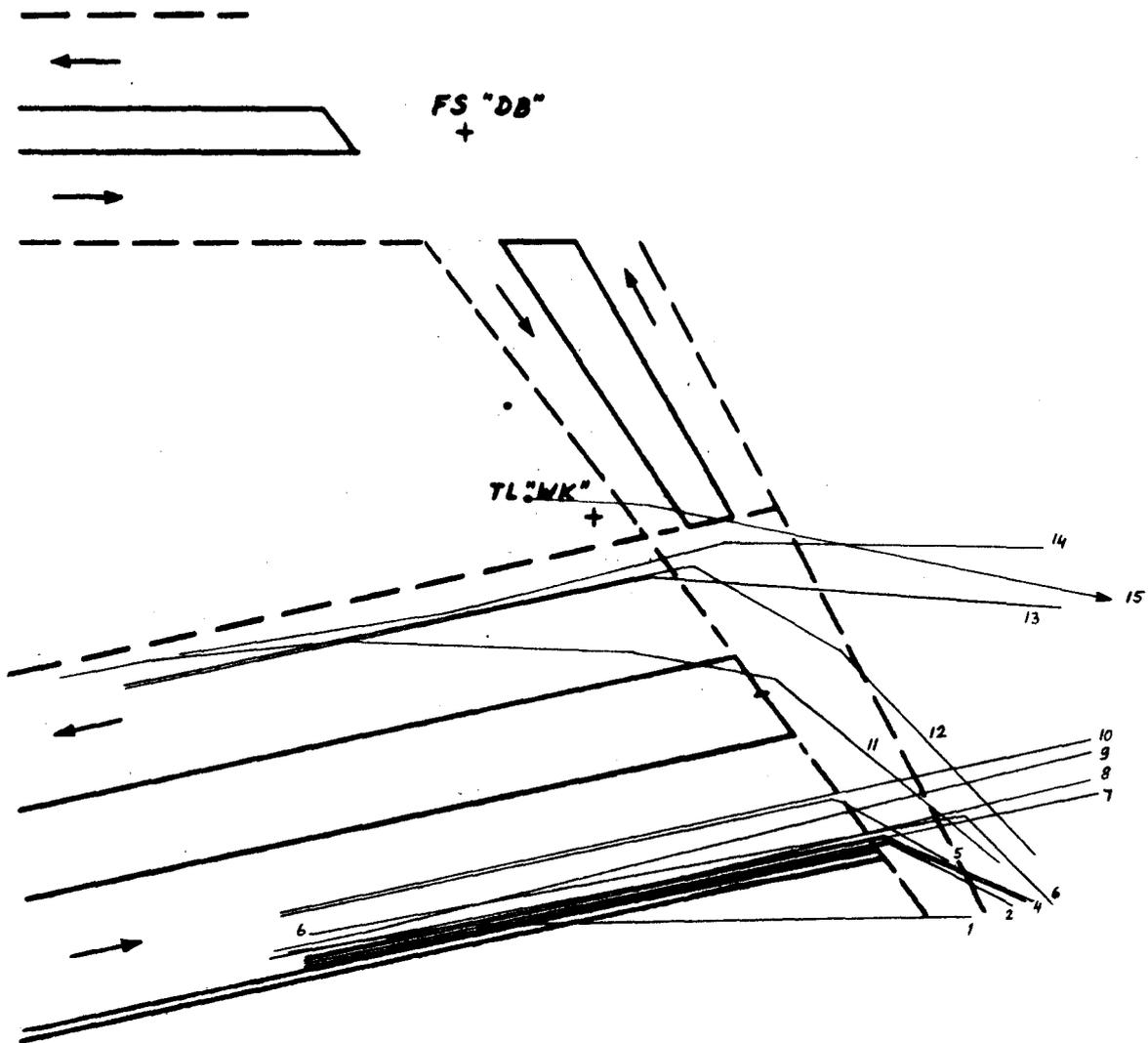
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 22.4.80
Uhrzeit: 12.00 - 15.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

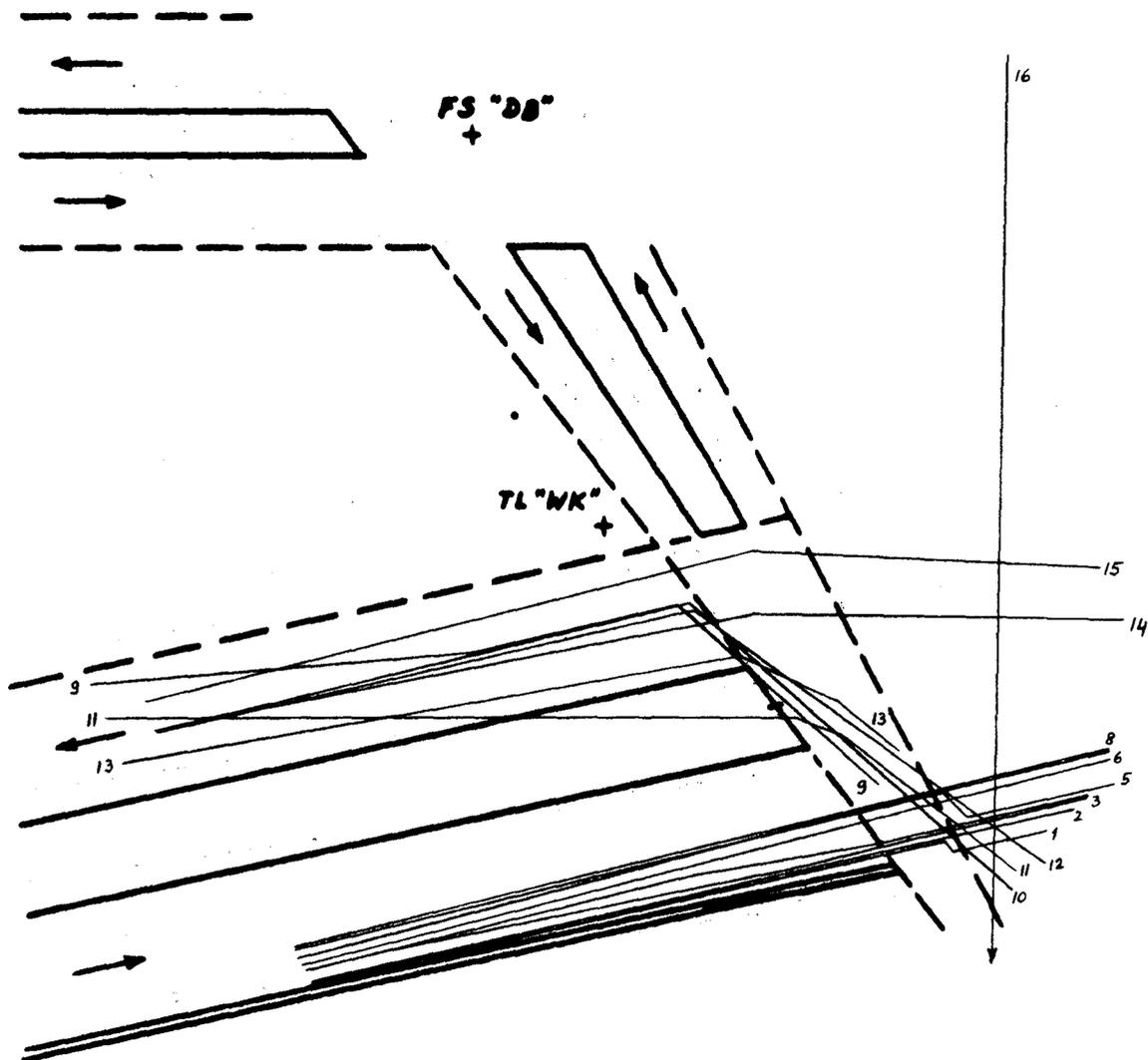
Datum : Di 22.4.80
Uhrzeit: 15.00 - 18.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 22.4.80

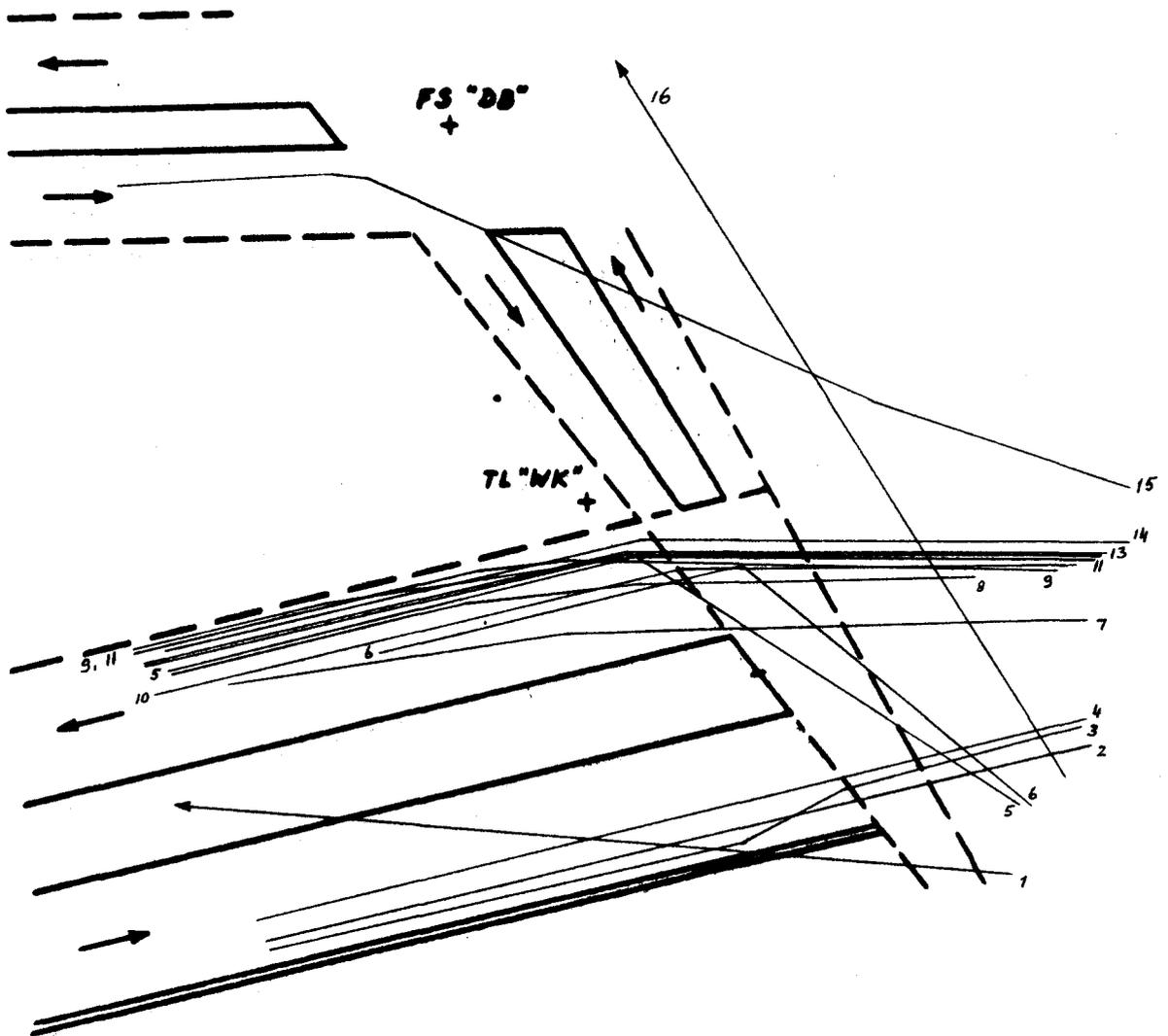
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 22.4.80

Uhrzeit : 21.00 - 24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 23.4.80
Uhrzeit: 0.00 - 3.00

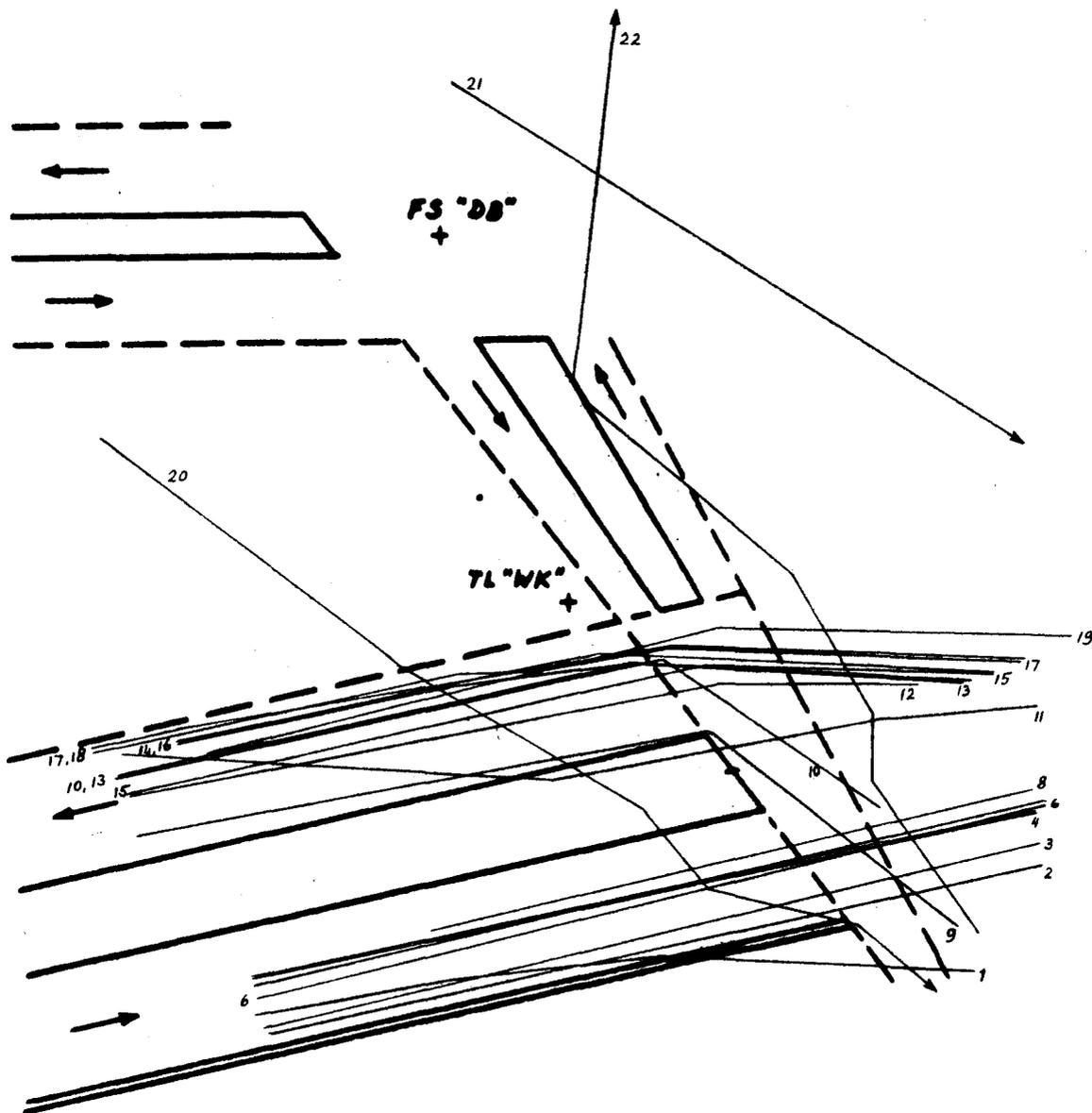
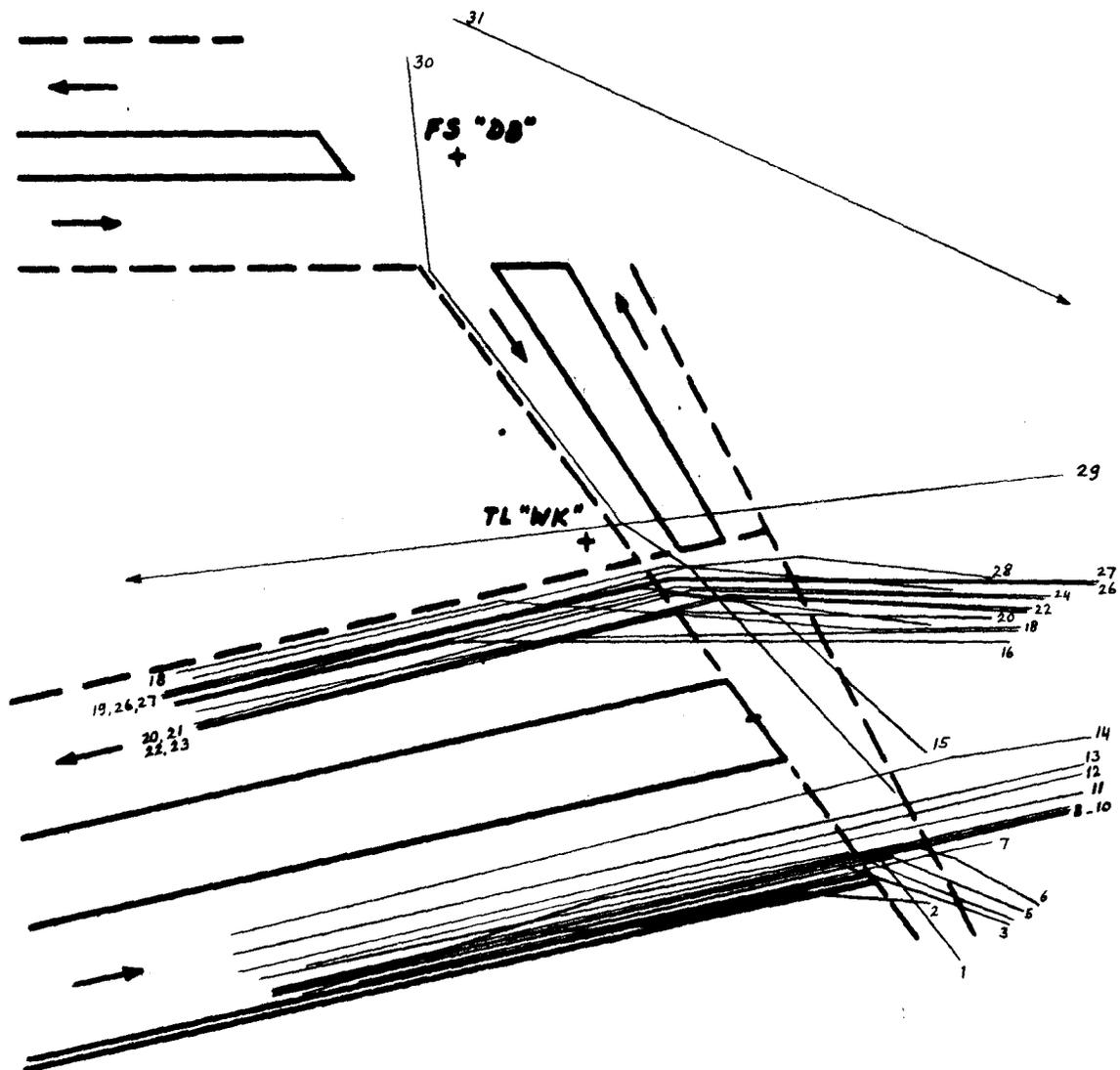


Abb. 47

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 23.4.80

Uhrzeit: 3.00-6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 23.4.80
Uhrzeit : 6.00-9.00

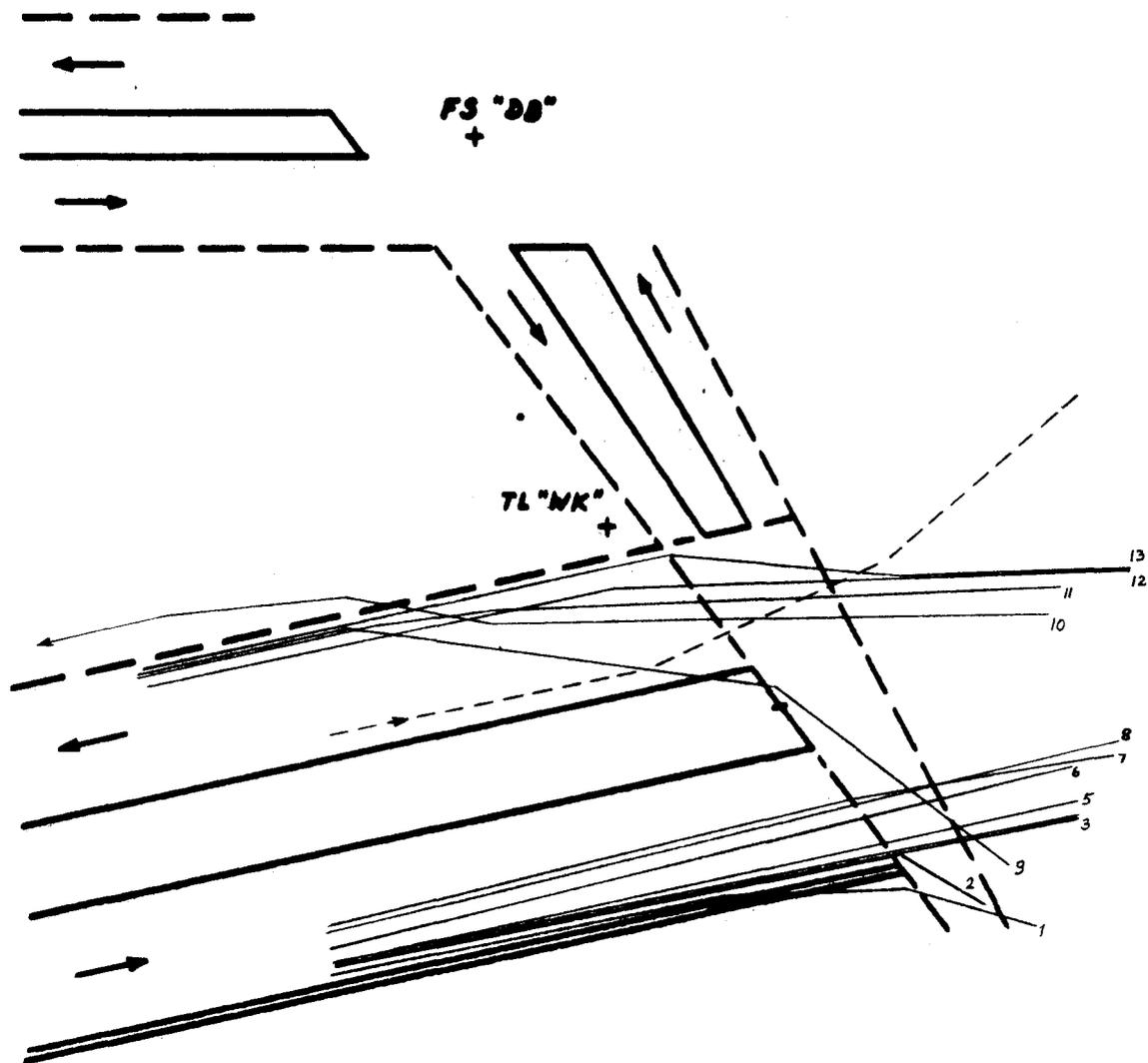
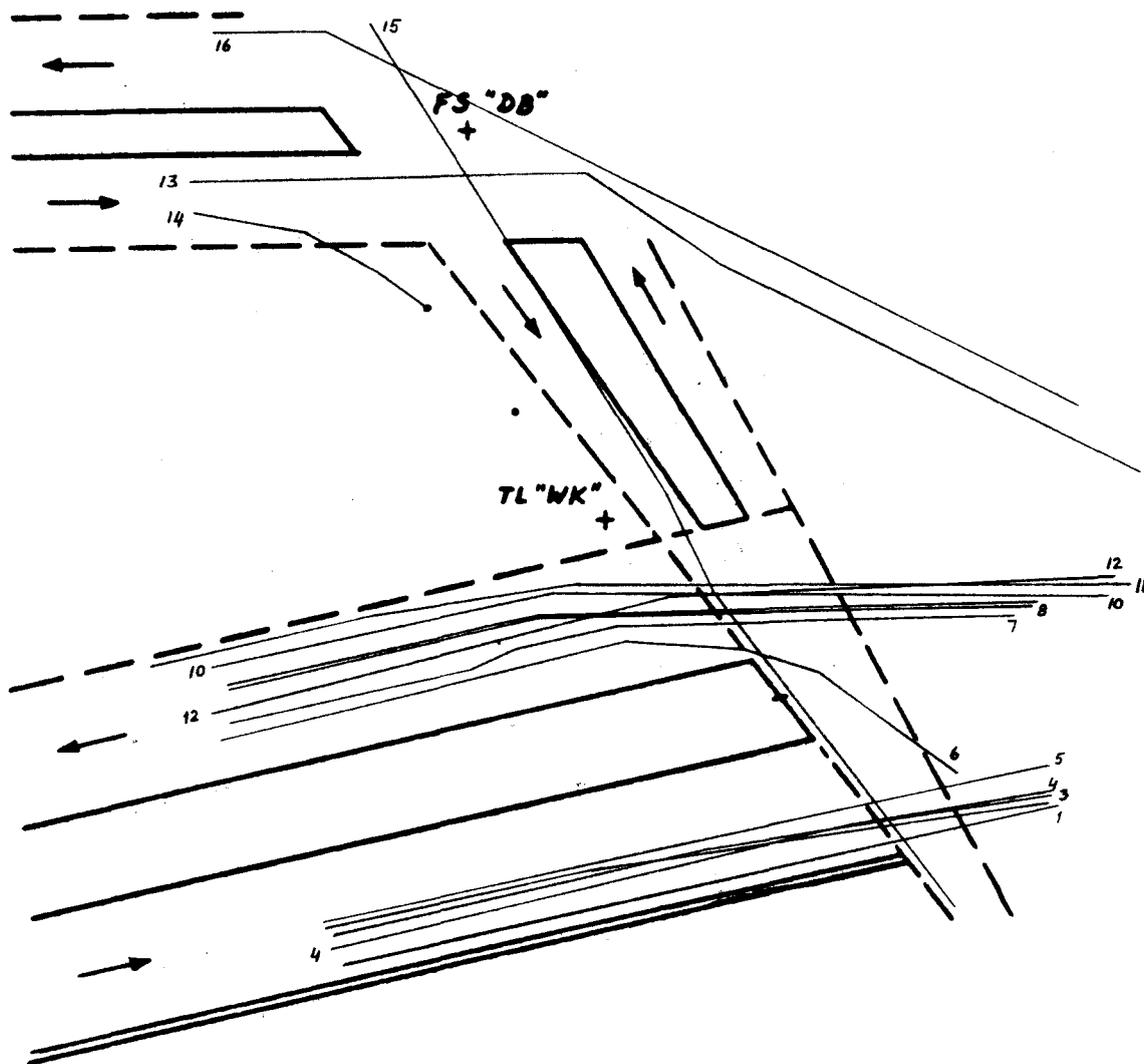


Abb. 49

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

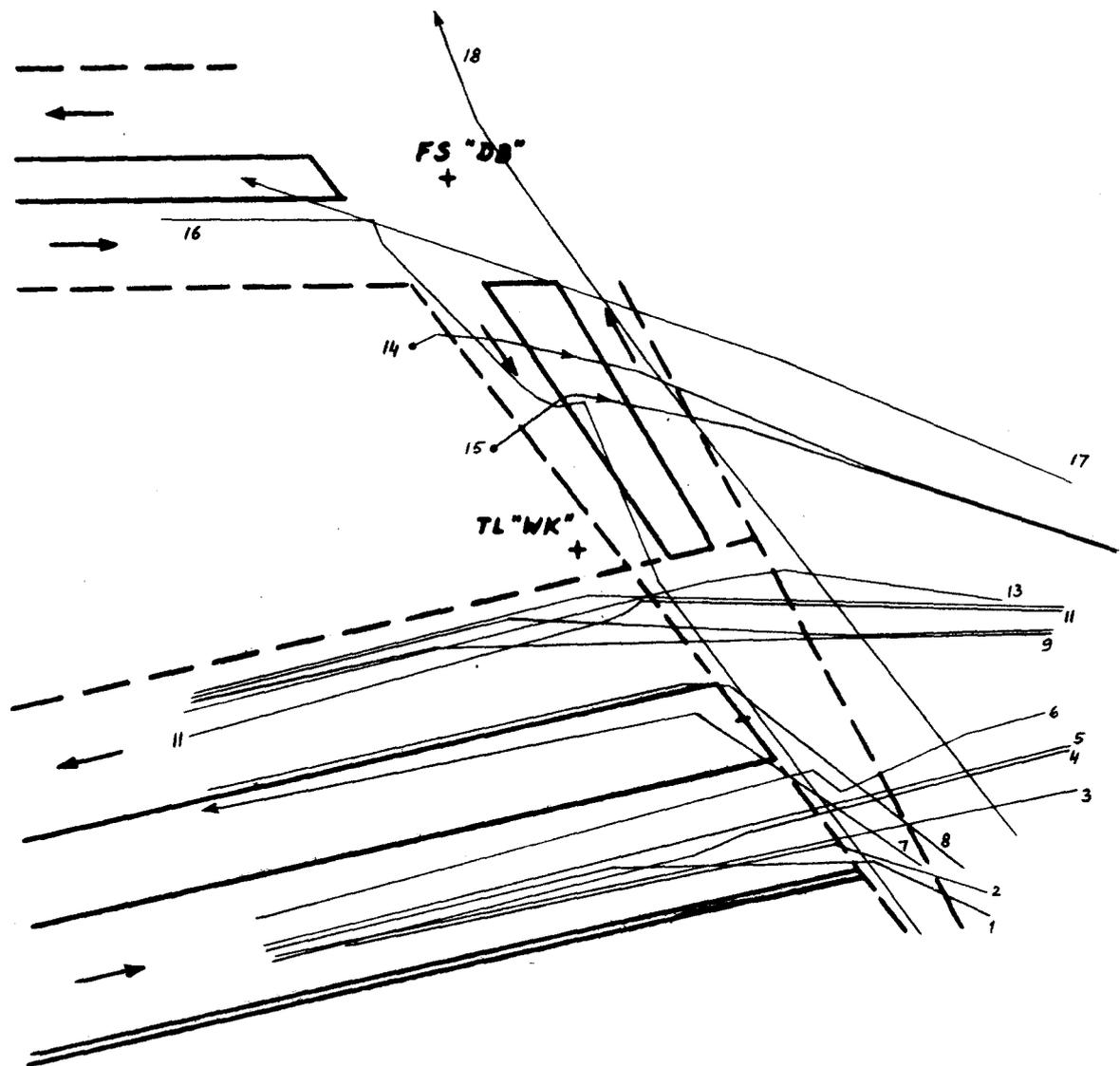
Datum : Mi 23.4.80

Uhrzeit: 9.00 - 12.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

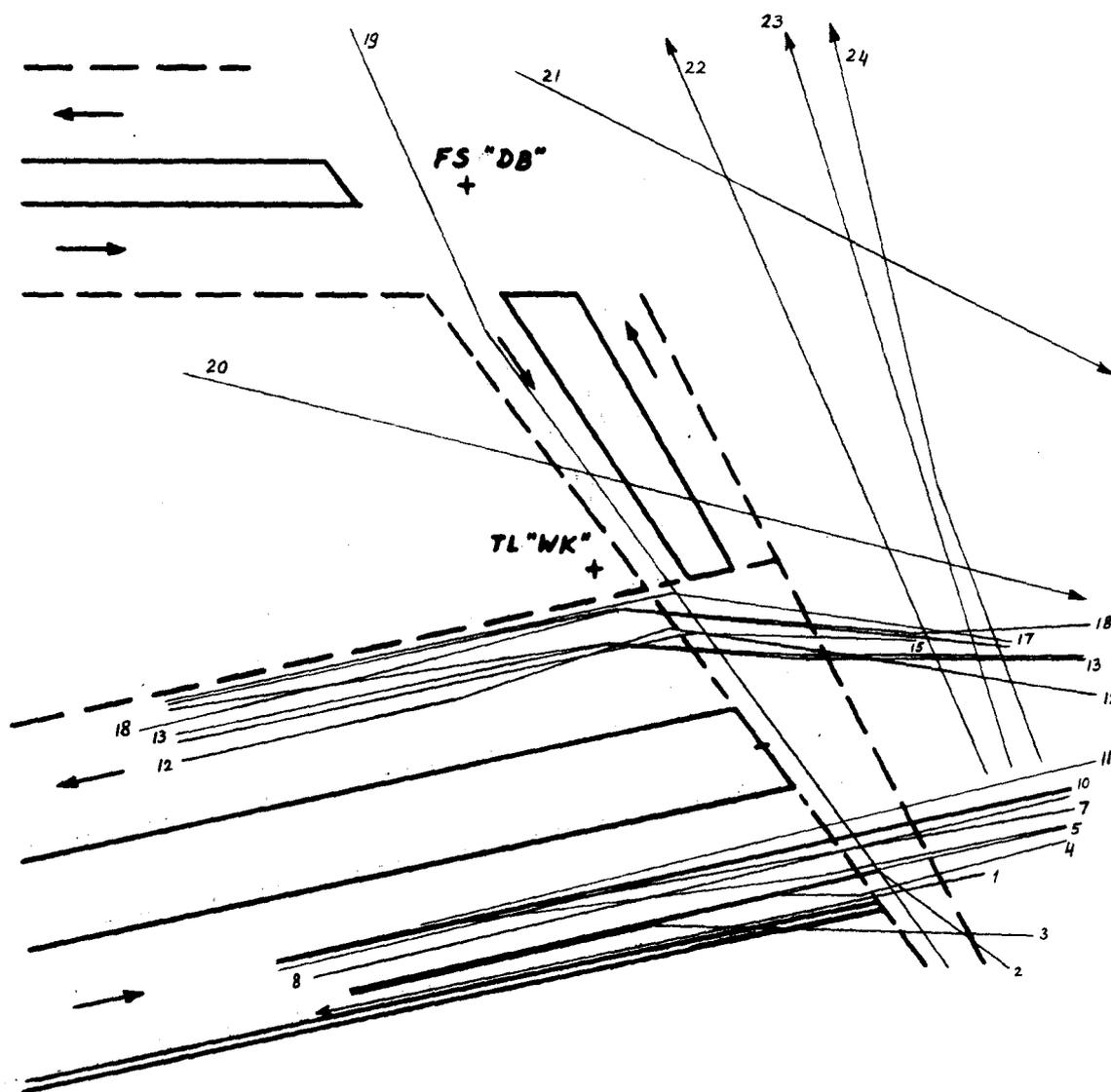
Datum : Mi 23.4.80
Uhrzeit : 12.00 - 15.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

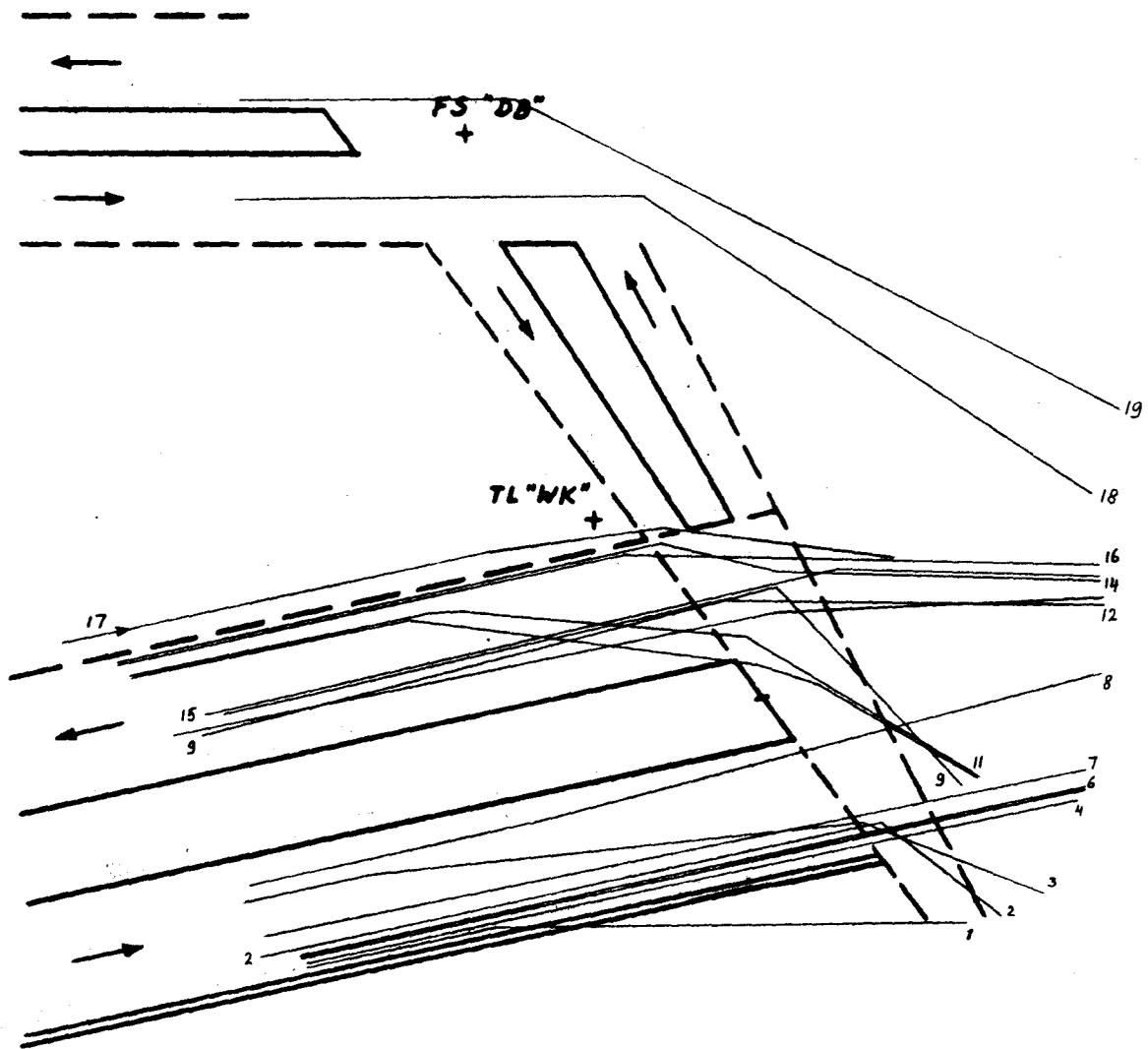
Datum : Mi 23.4.80

Uhrzeit : 15.00-18.00



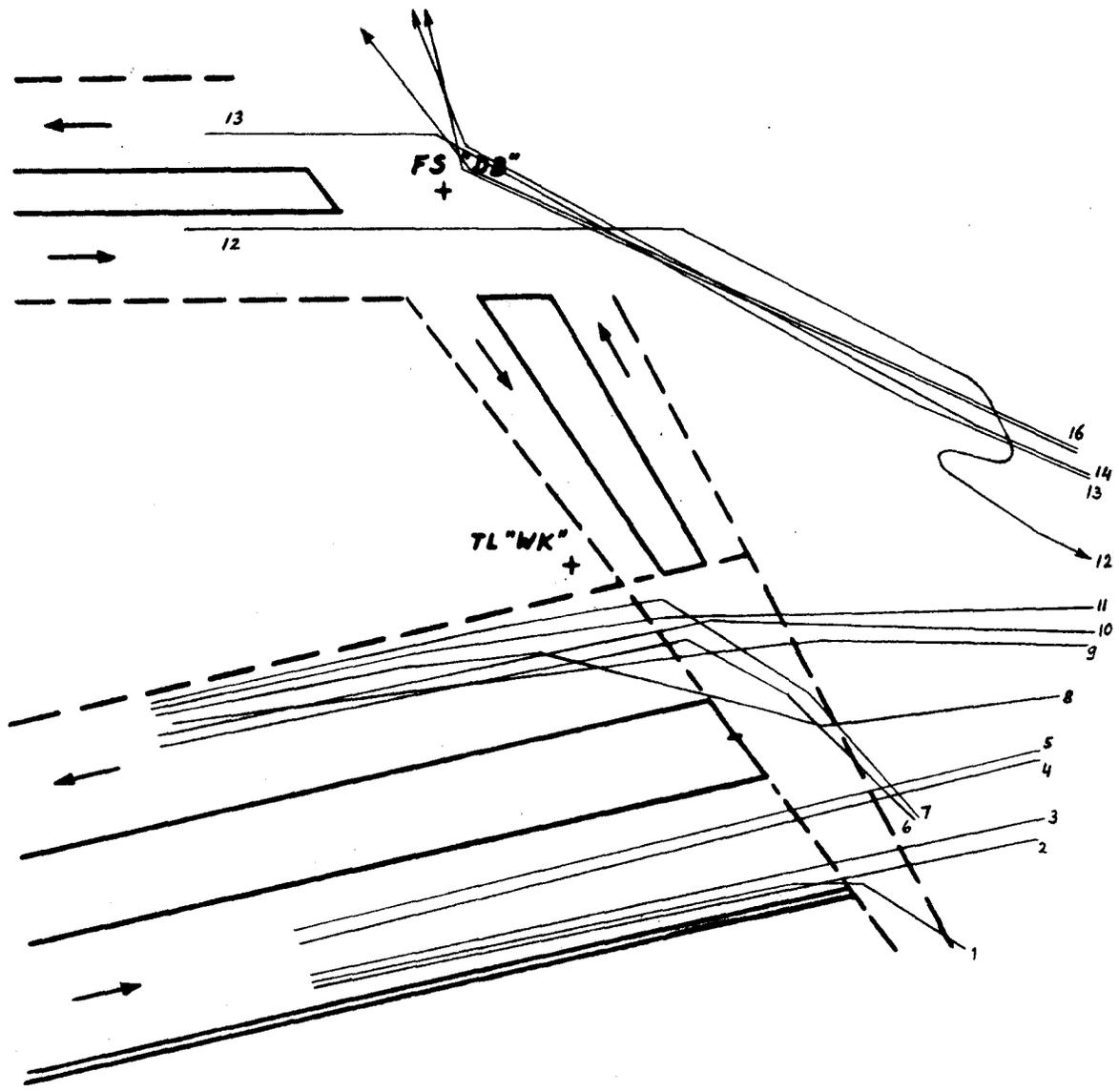
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 23.4.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

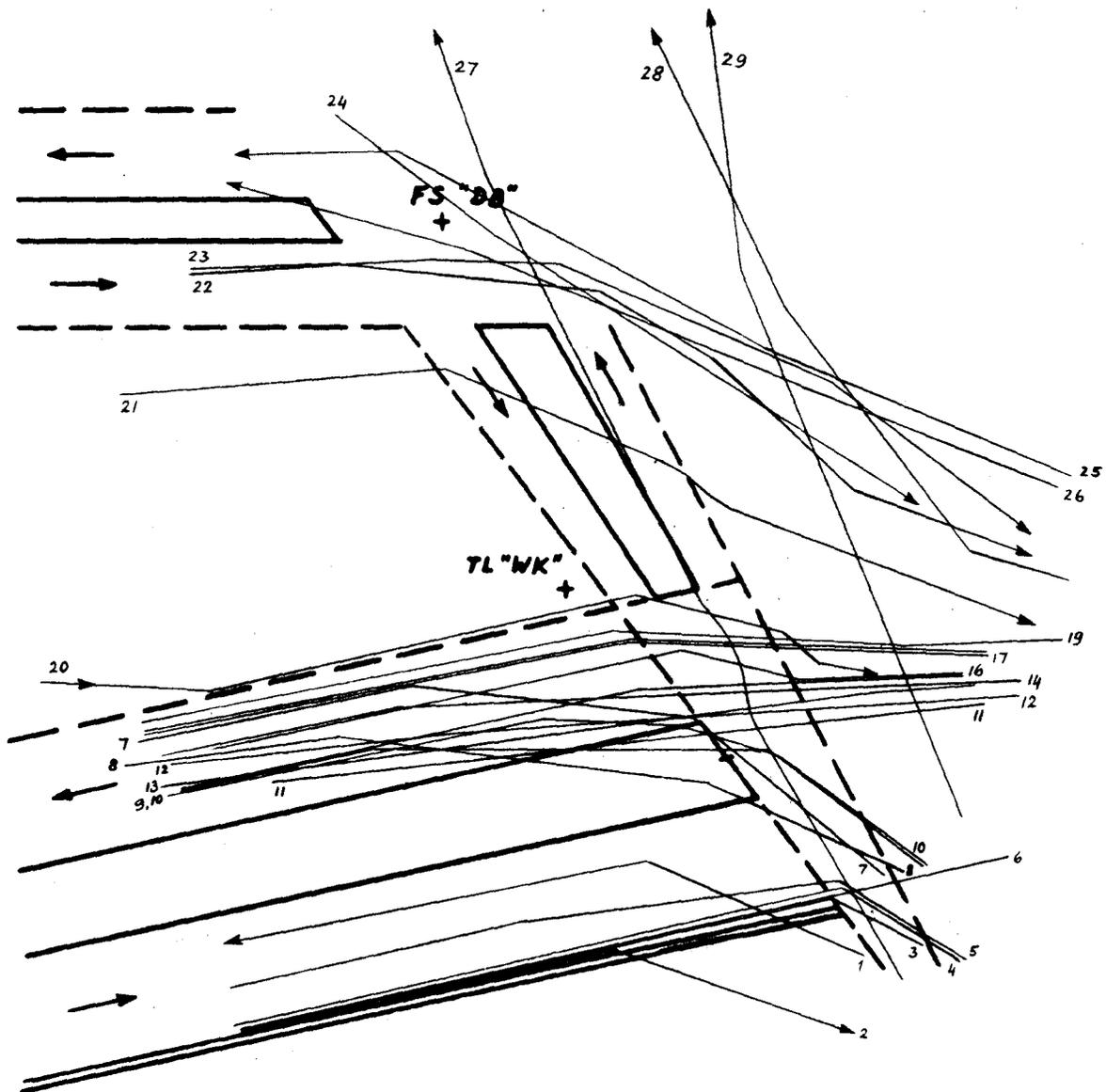
Datum : Mi 23.4.80
Uhrzeit : 21.00 - 24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

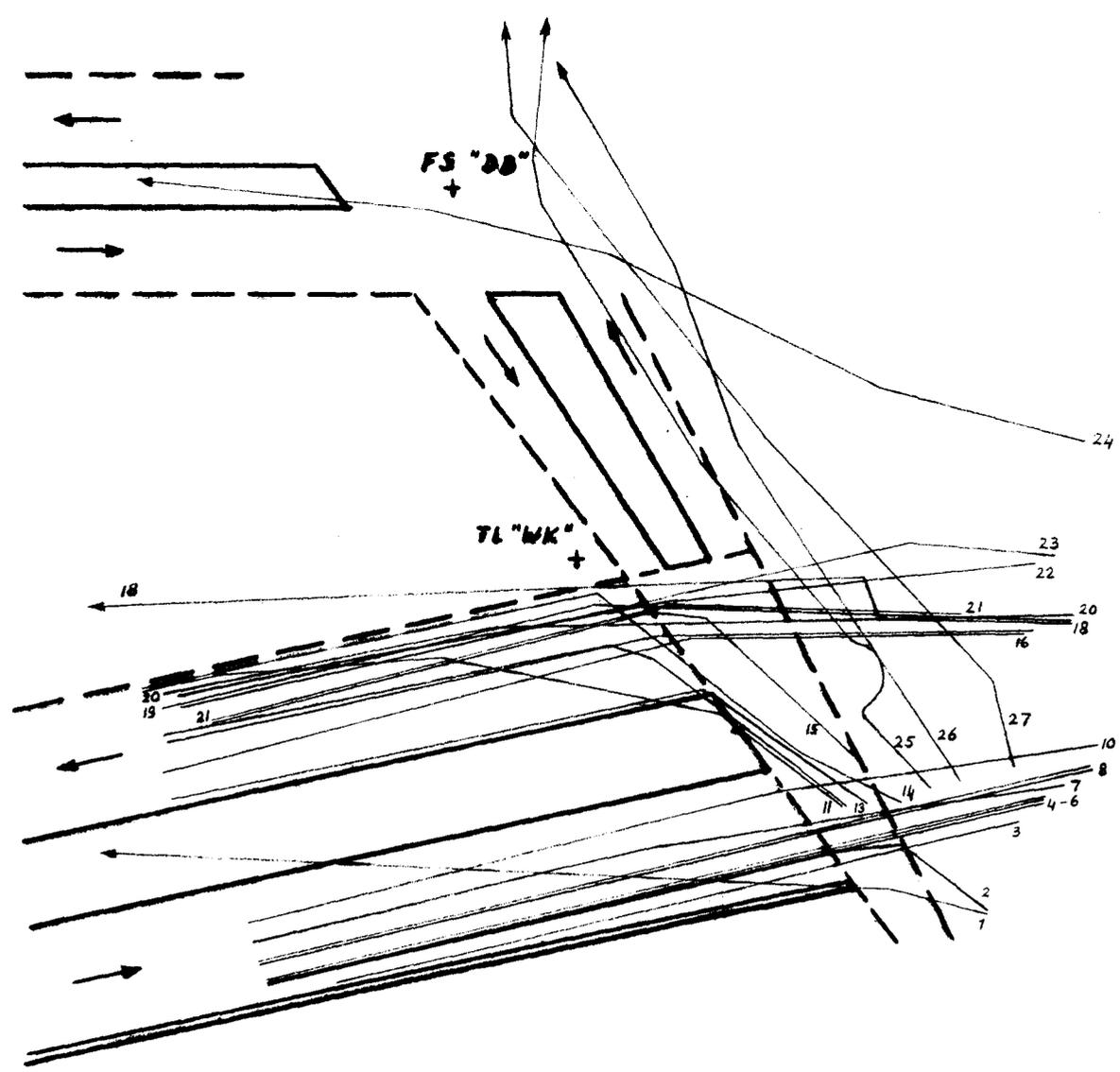
Datum : Do 24.4.80

Uhrzeit : 0.00 - 3.00



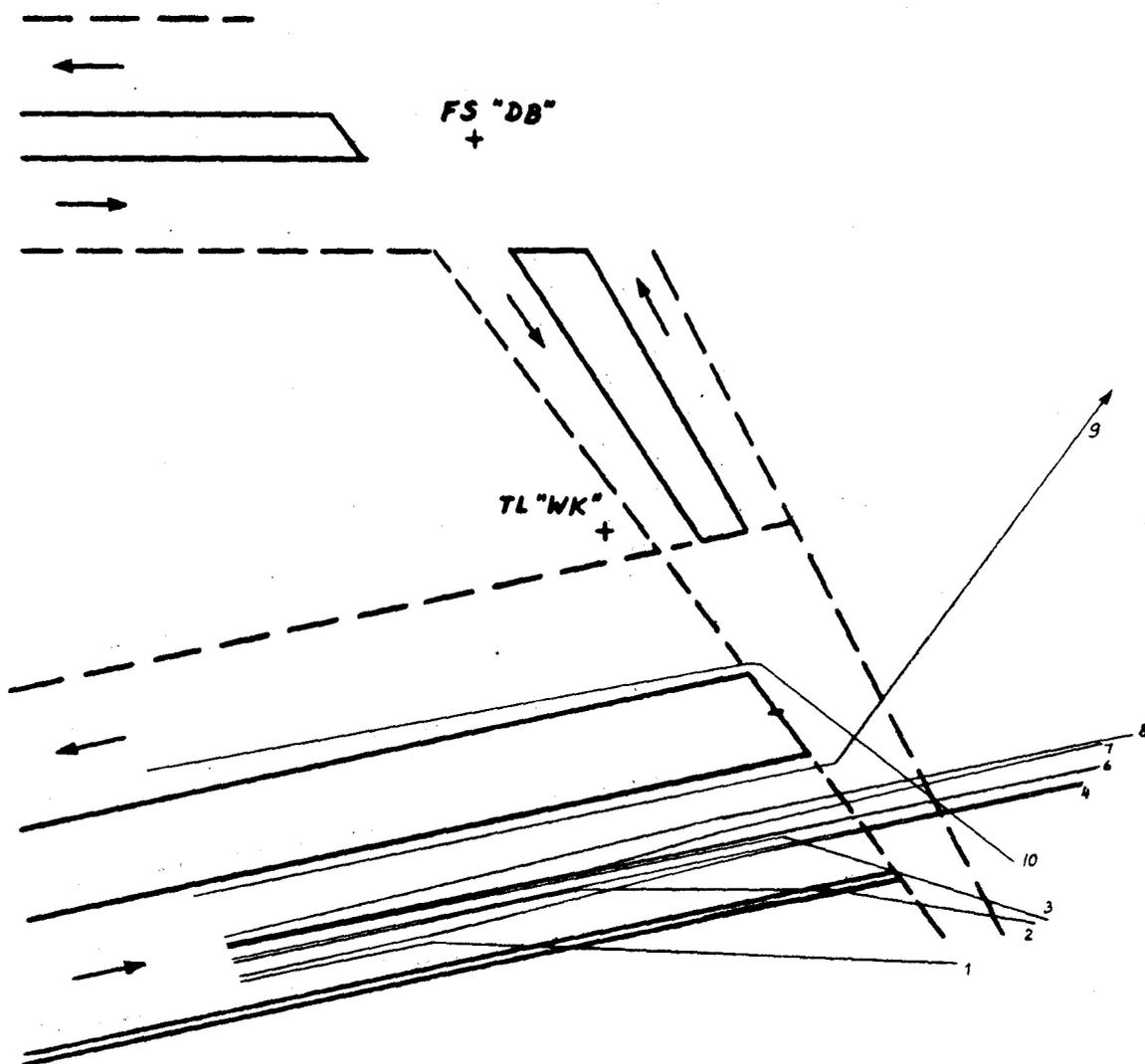
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 24.4.80
Uhrzeit : 3.00 - 6.00



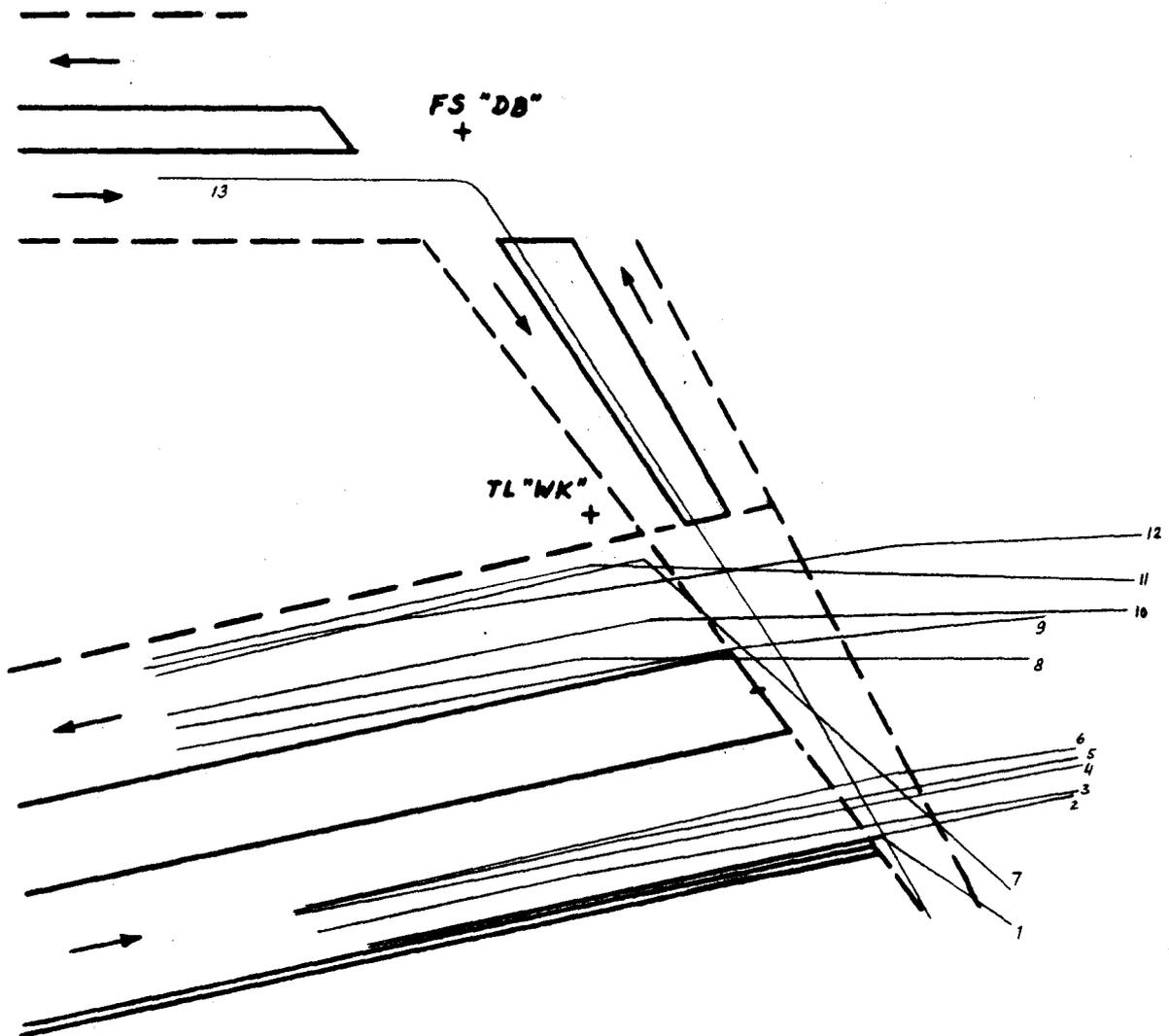
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 24.4.80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 24.4.80
Uhrzeit : 9.00-12.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 24.4.80
Uhrzeit : 12.00-15.00

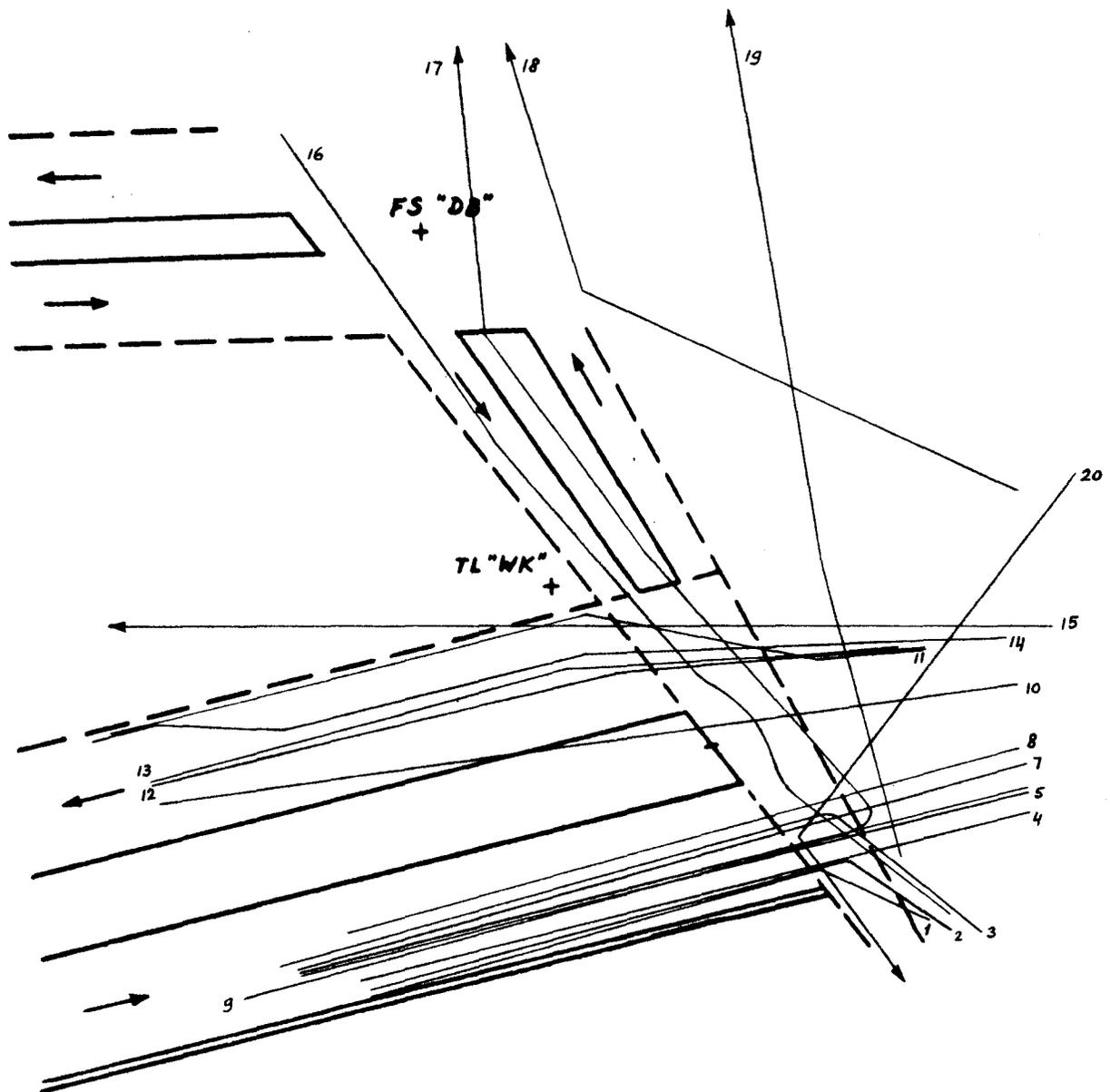


Abb. 59

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 24.4.80
Uhrzeit : 15.00 - 17.00

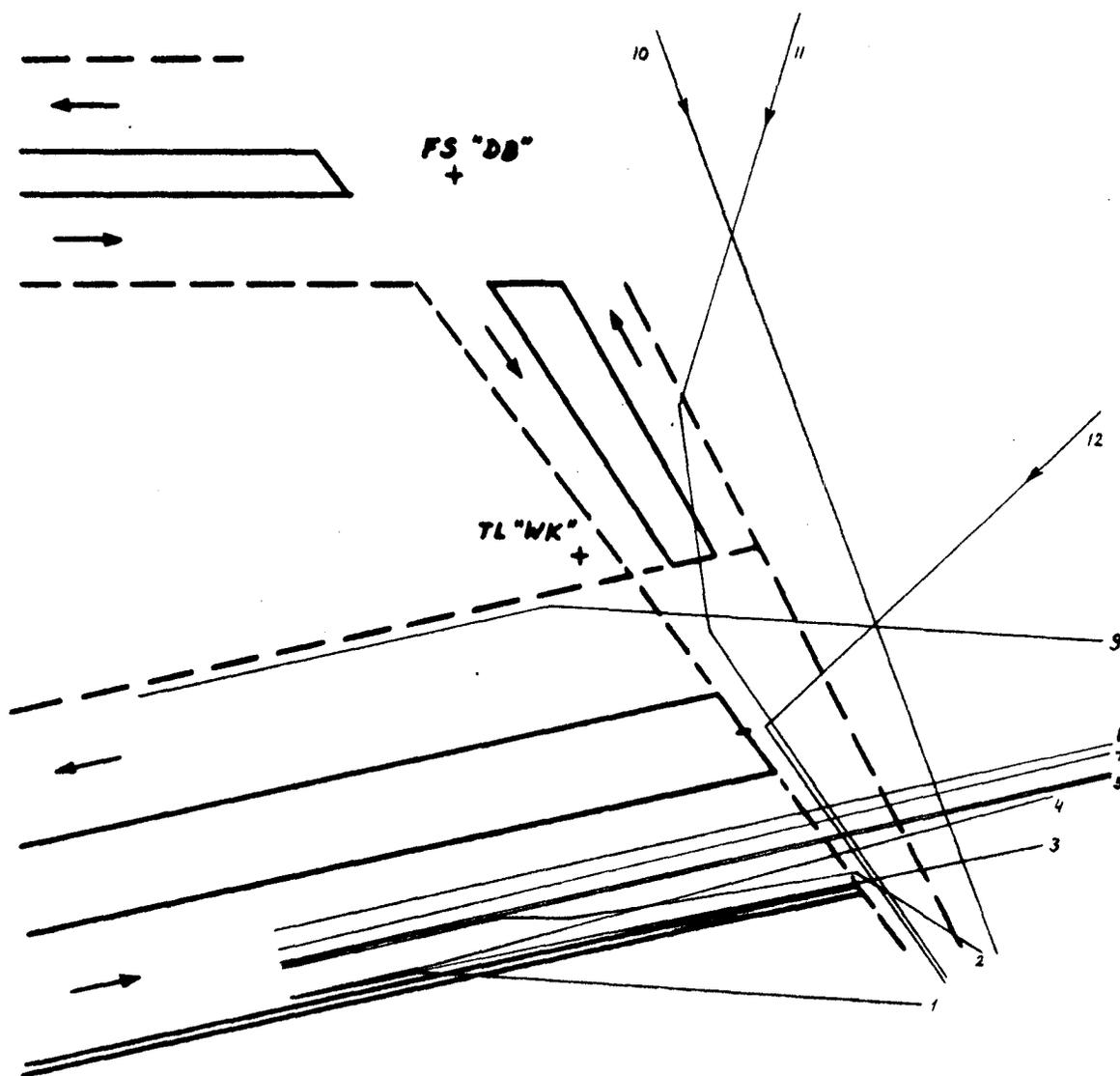
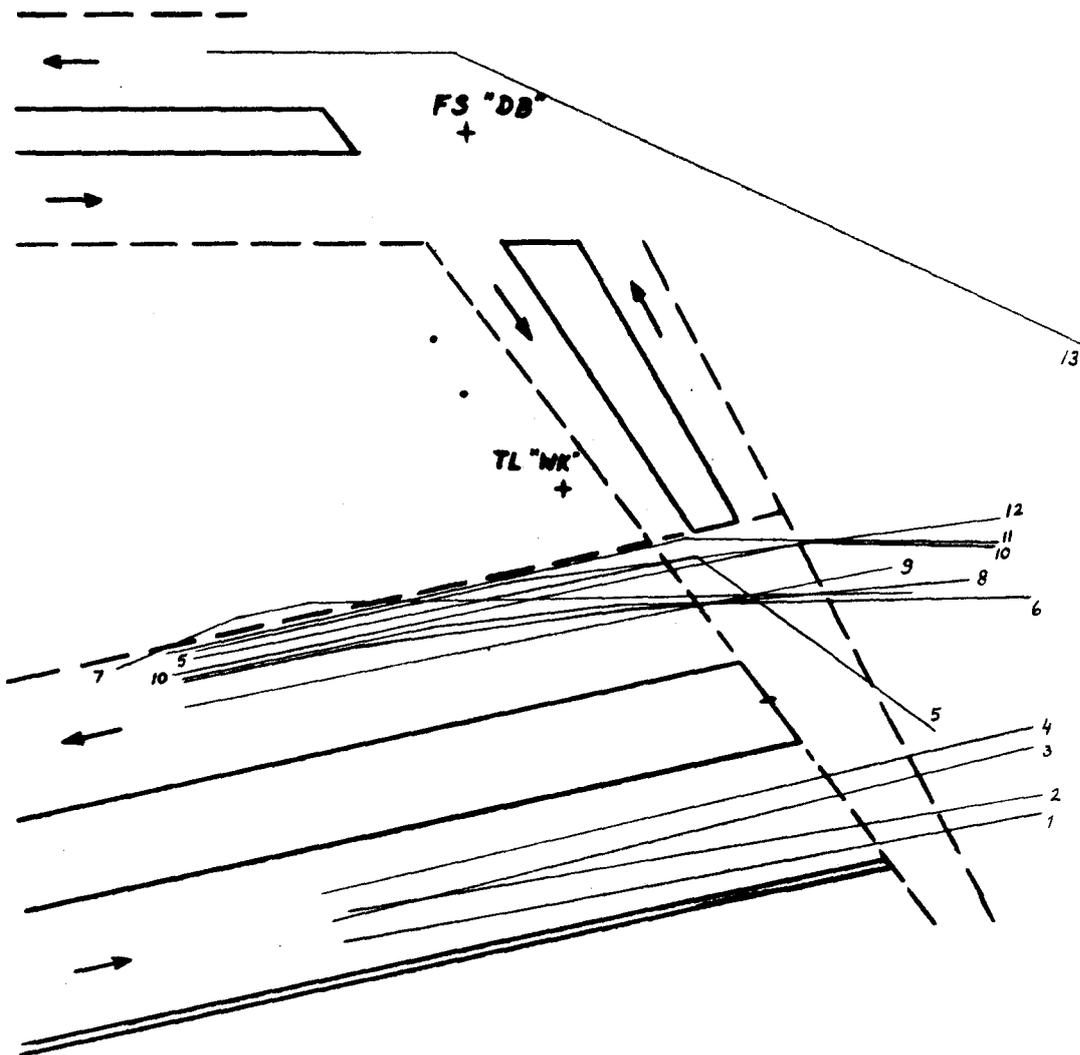


Abb. 60

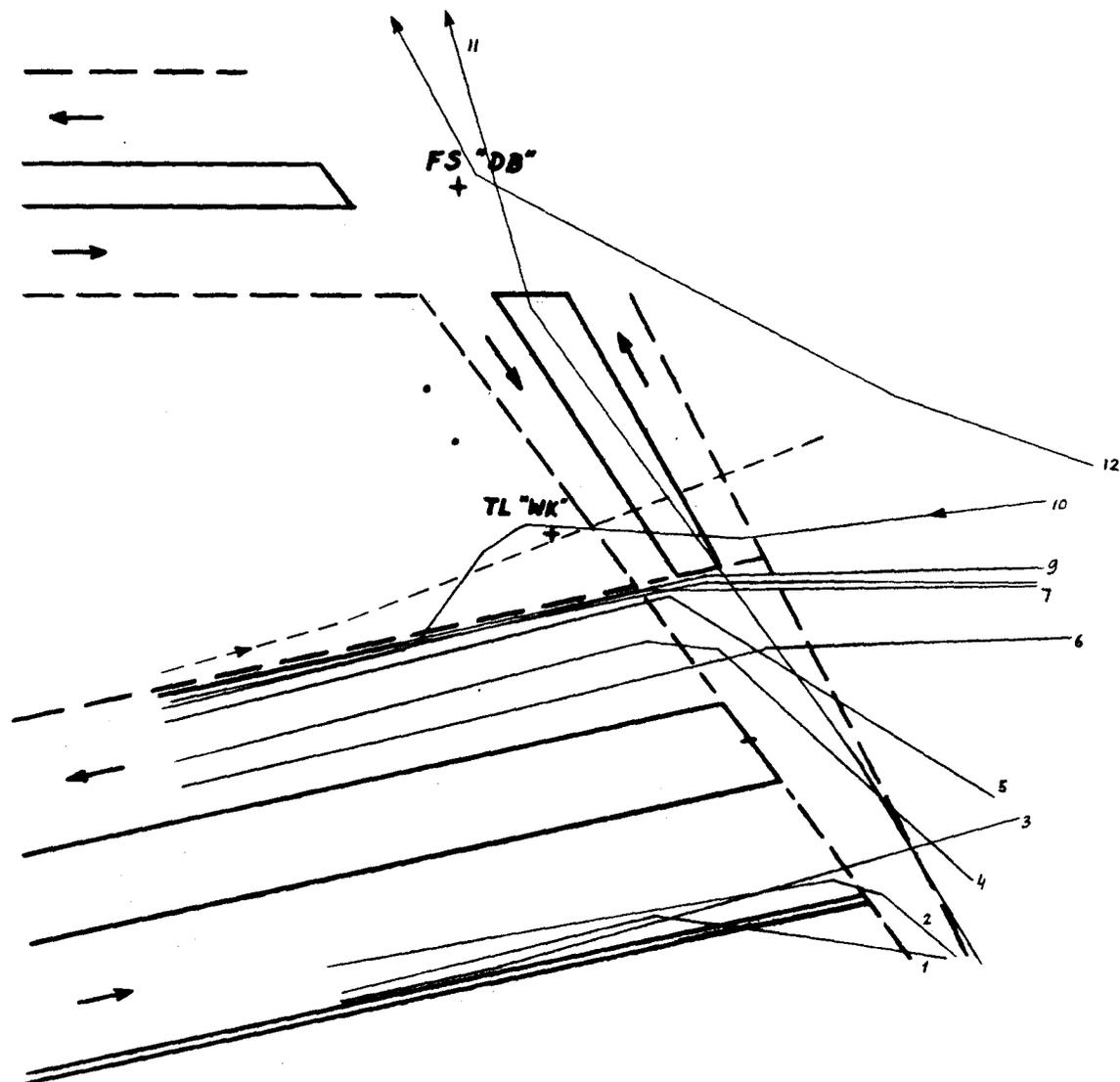
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mo 30.6.80
Uhrzeit: 15.00 - 18.00



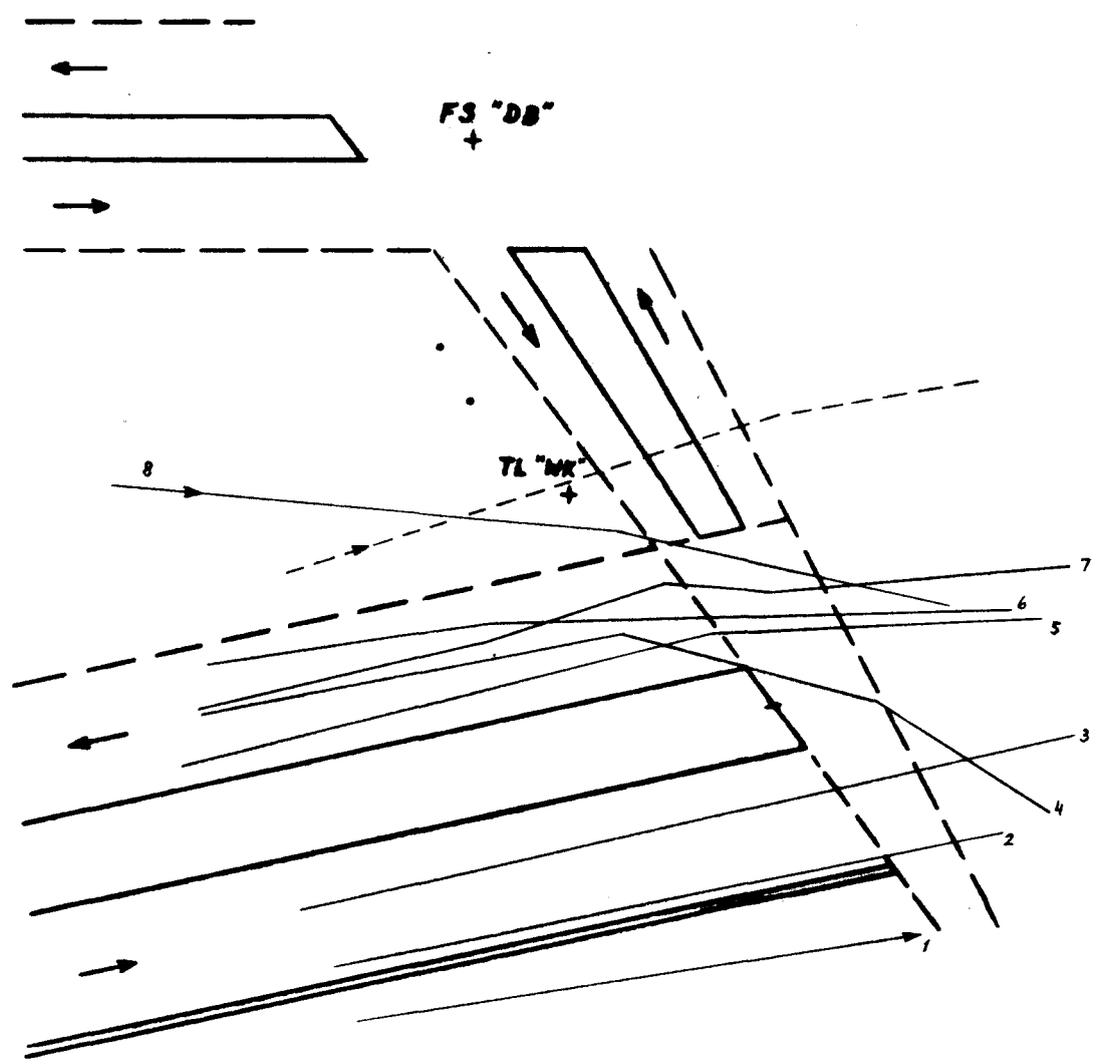
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mo 30.6.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



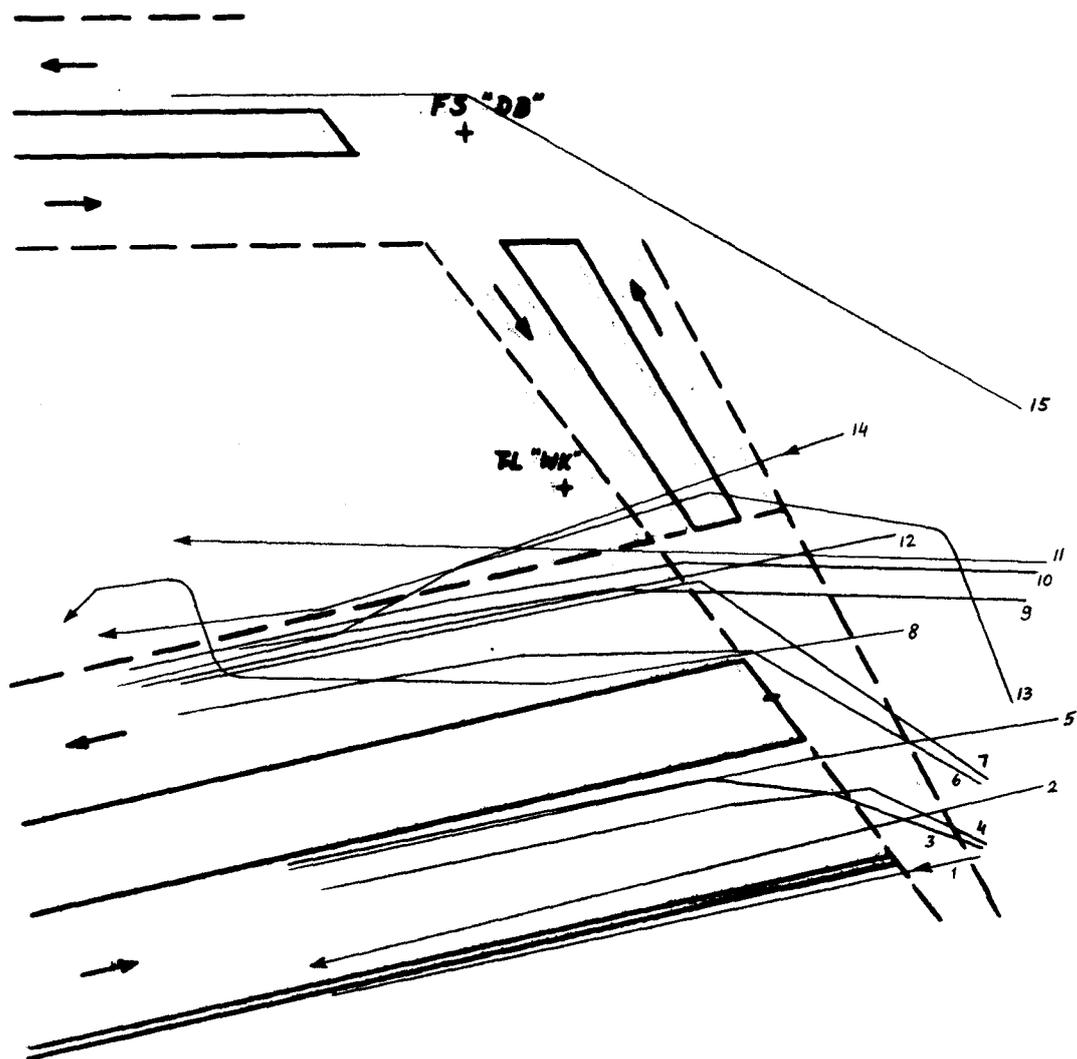
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mo 30.6.80
Uhrzeit : 21.00 - 24.00



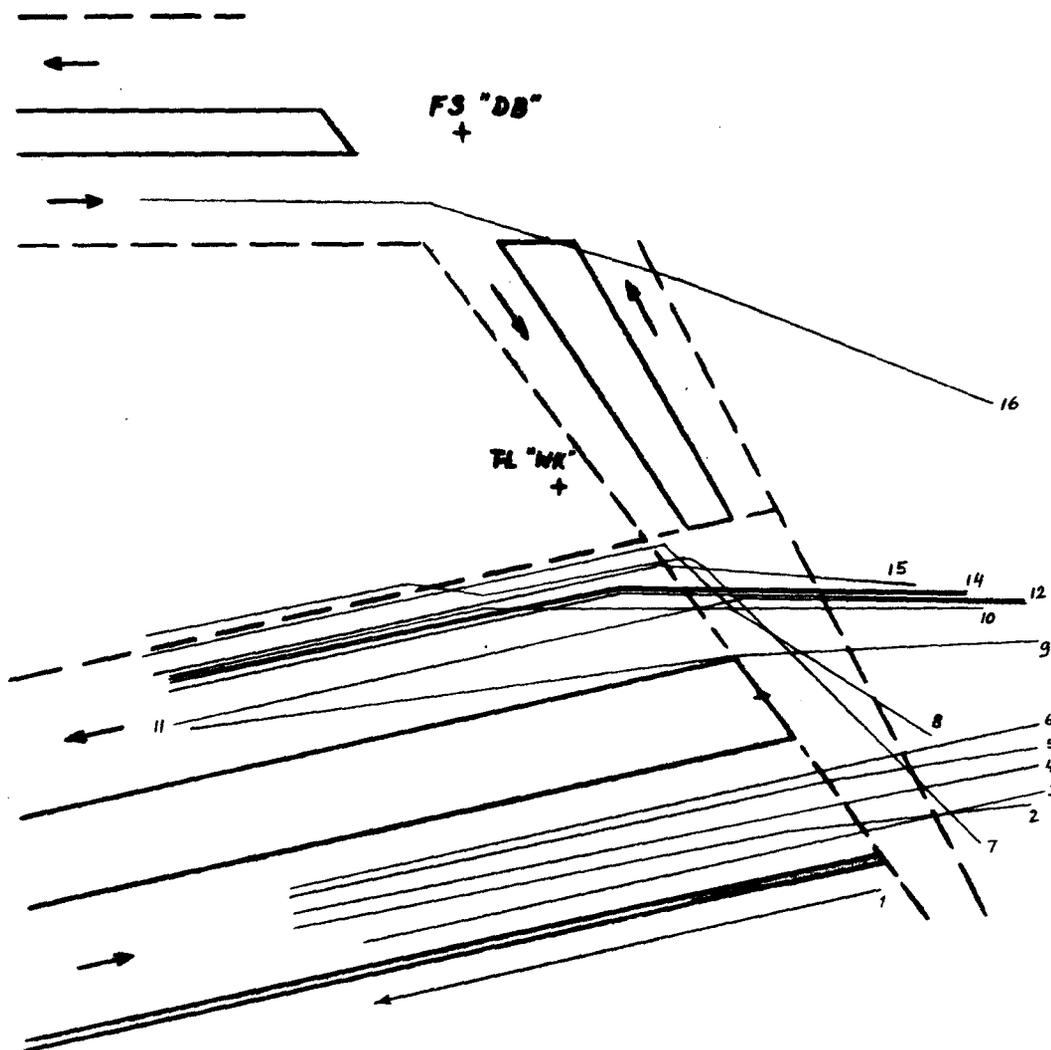
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 8. 7. 80
Uhrzeit: 0.00 - 3.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

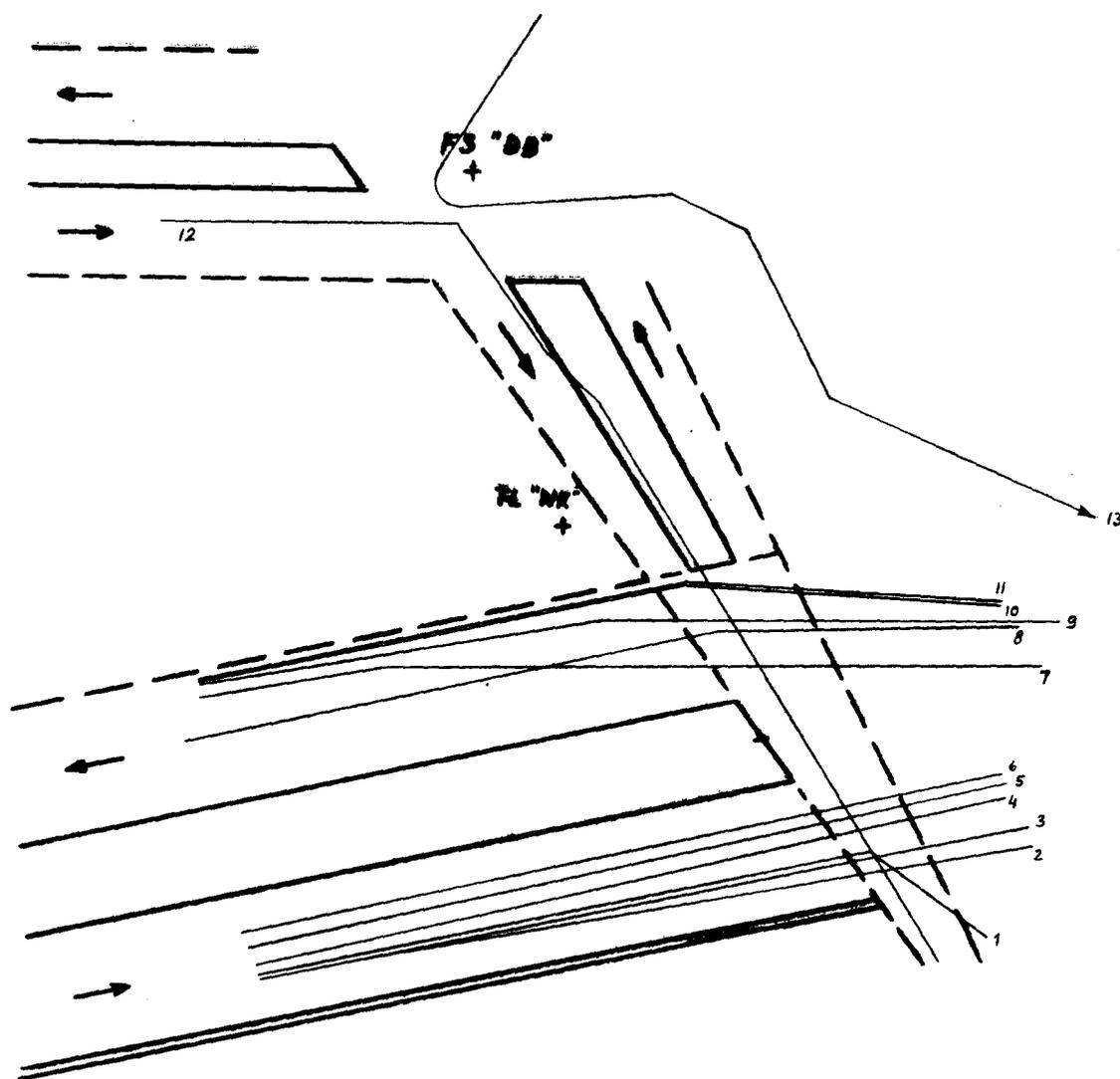
Datum : Di 8.7.80
Uhrzeit: 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 8.7.80

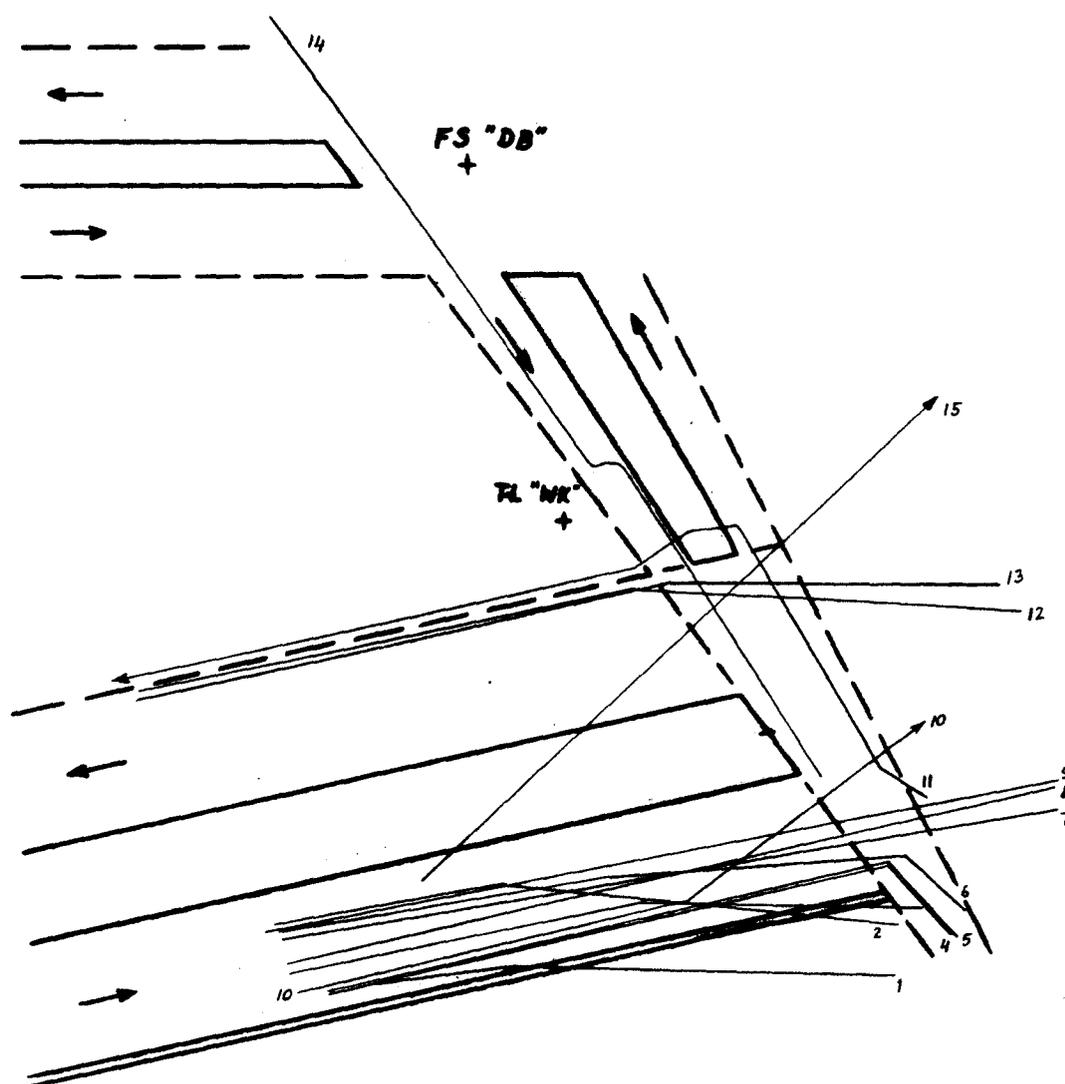
Uhrzeit : 6.00-9.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 8. 7. 80

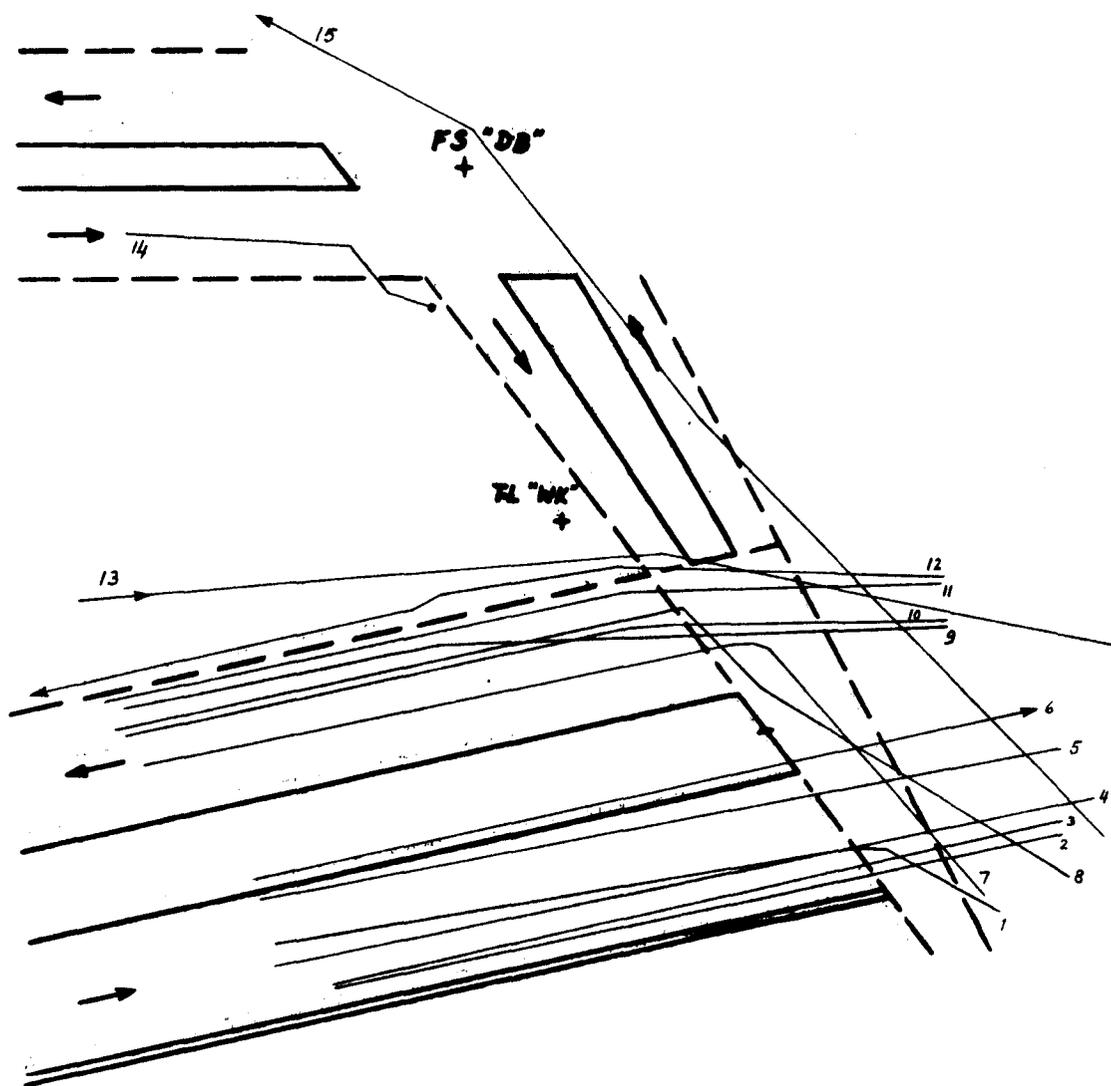
Uhrzeit : 9.00 - 12.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

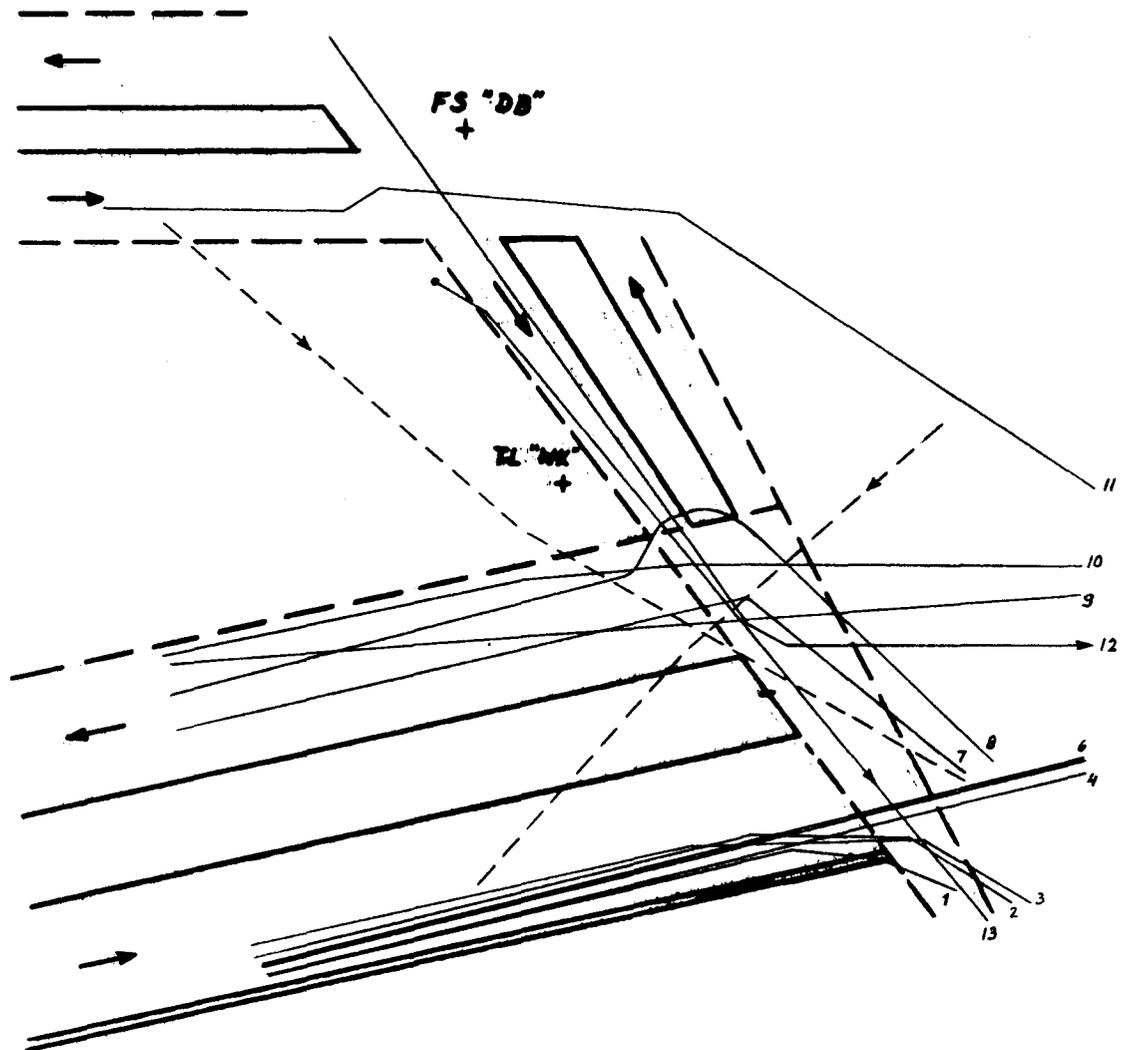
Datum : Di 8.7.80

Uhrzeit : 12.00 - 15.00



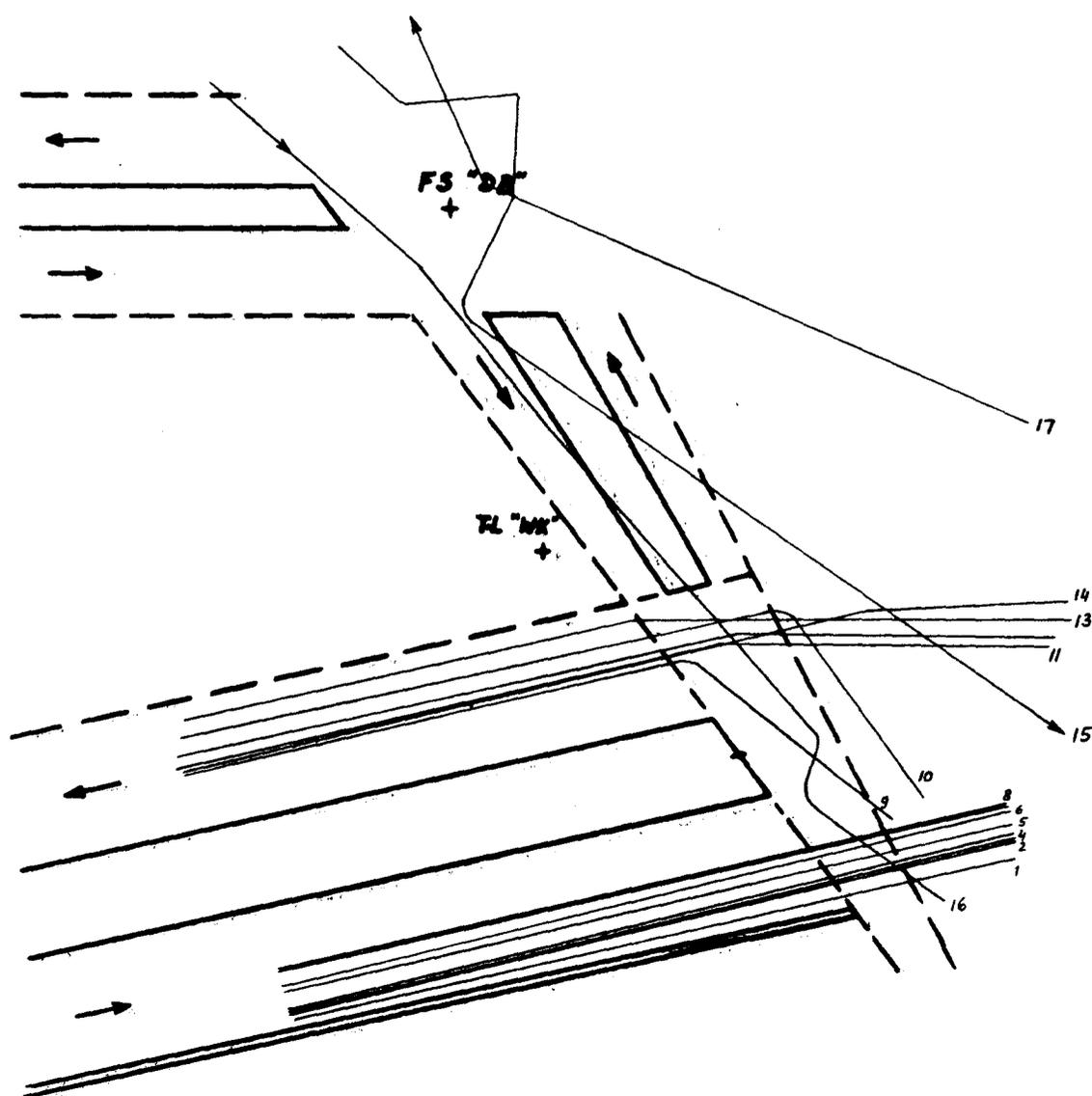
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 8.7.80
Uhrzeit : 15.00 - 18.00



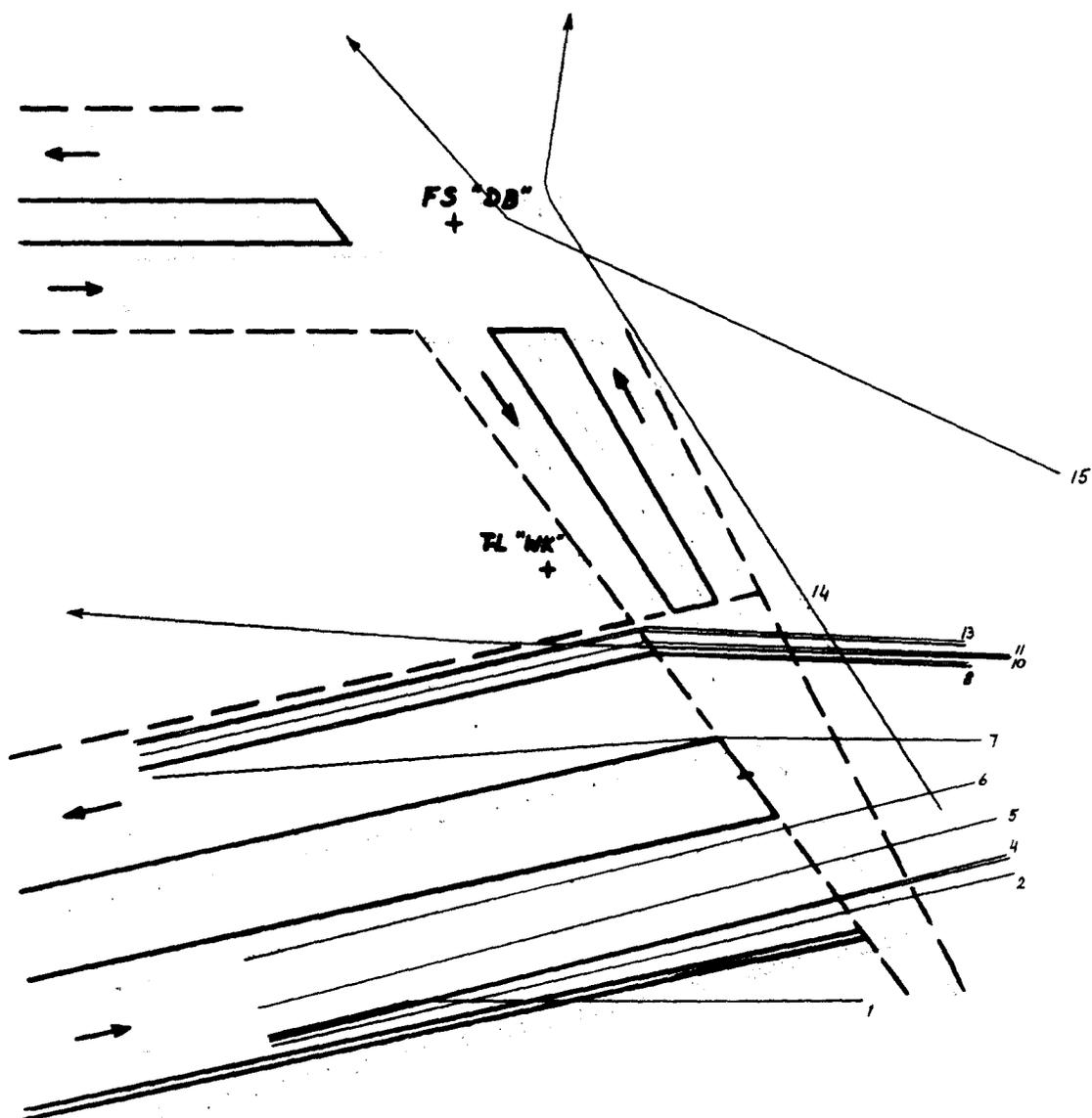
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Di 8.7.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

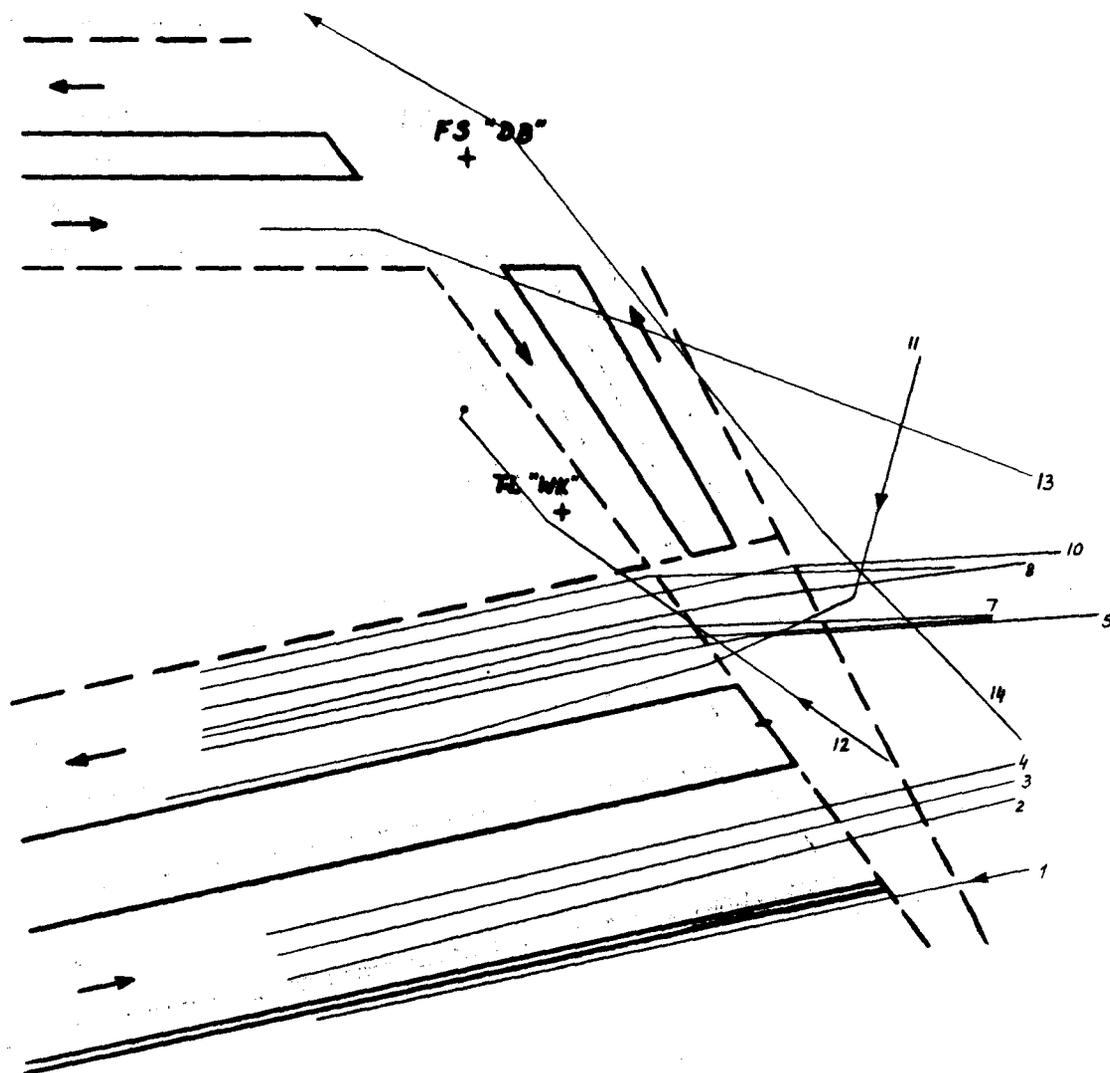
Datum : Di 8.7.80
Uhrzeit : 21.00 - 24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 9.7.80

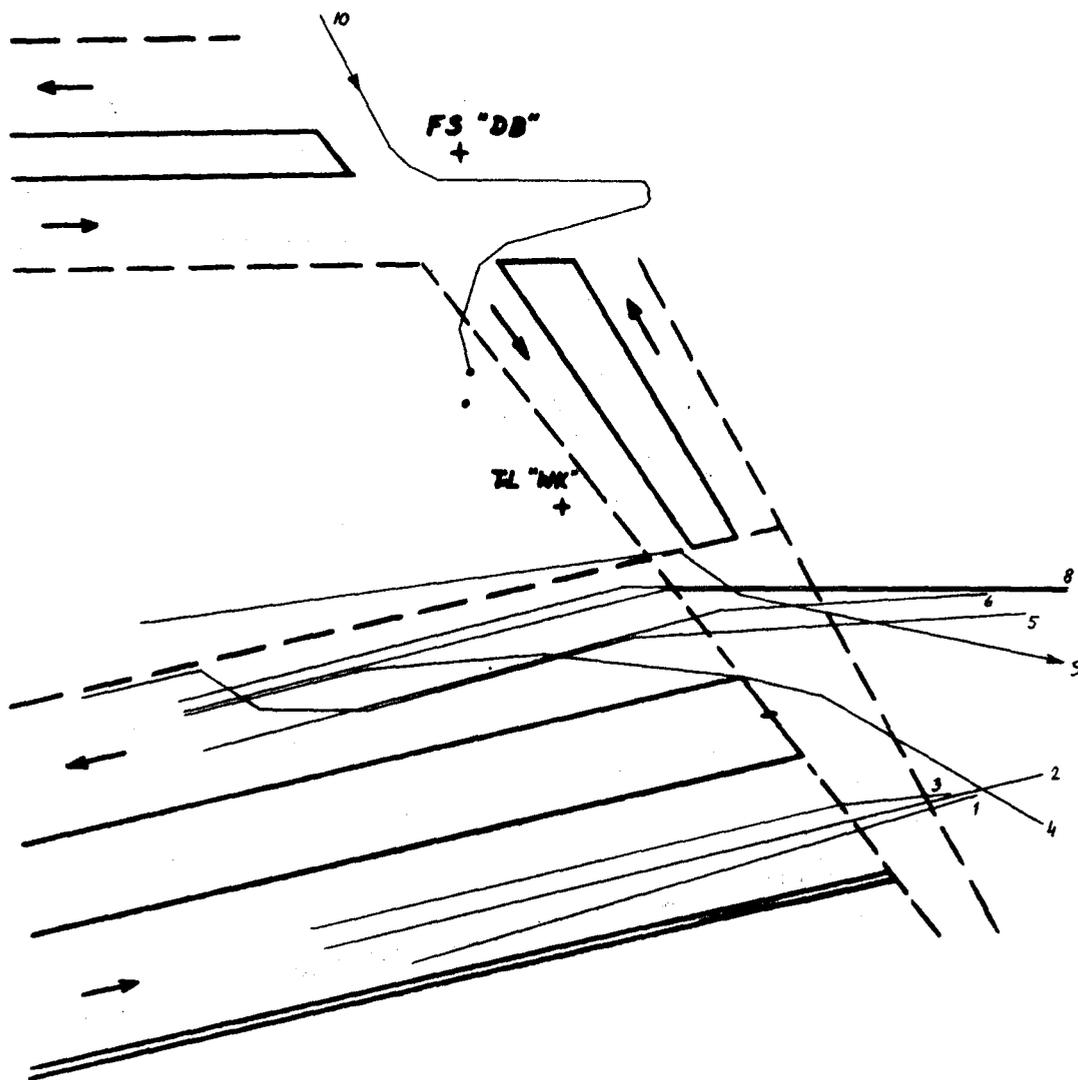
Uhrzeit : 0.00 - 3.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 9.7.80

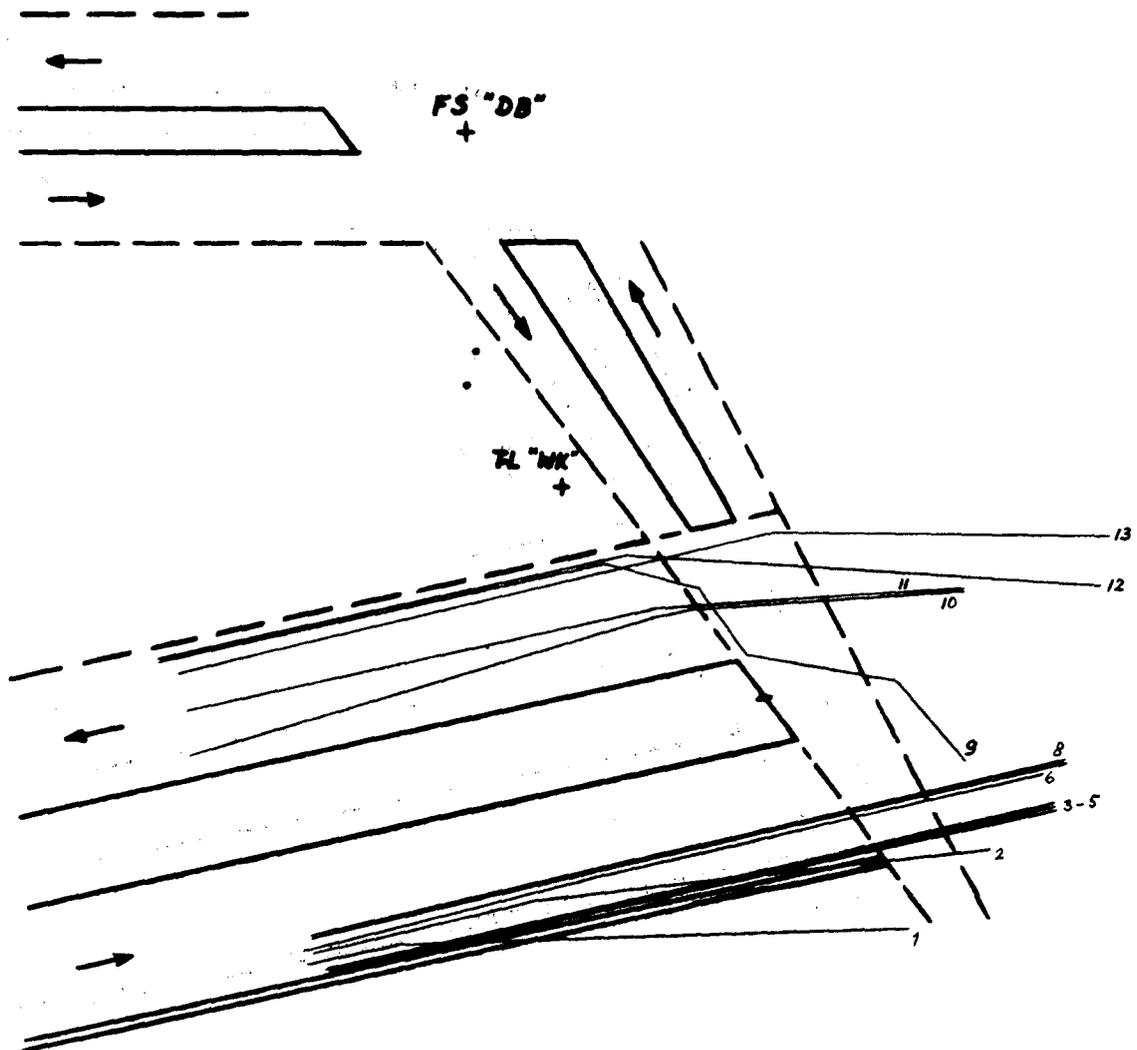
Uhrzeit: 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

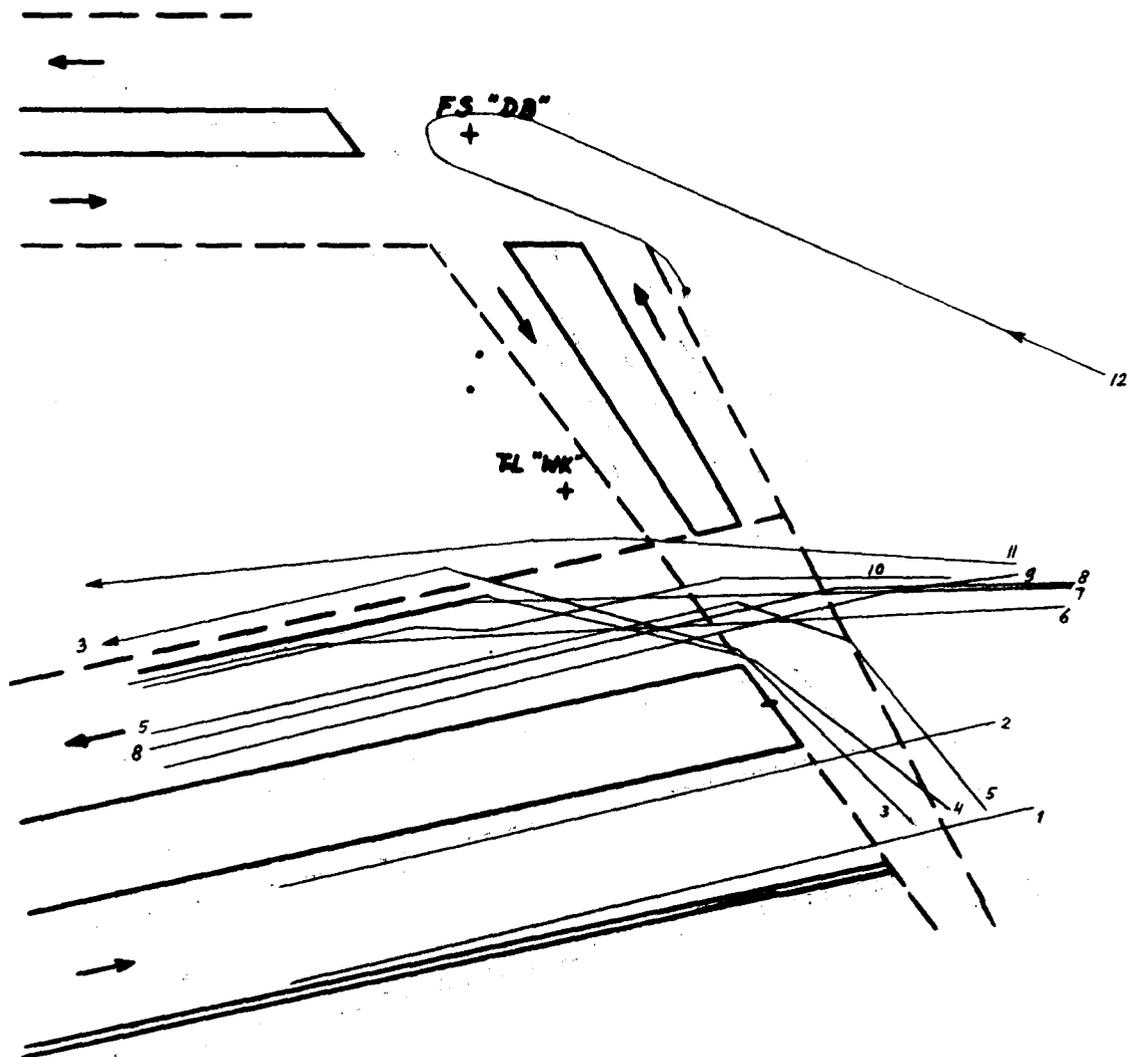
Datum : Mi 9.7.80

Uhrzeit : 6.00 - 9.00



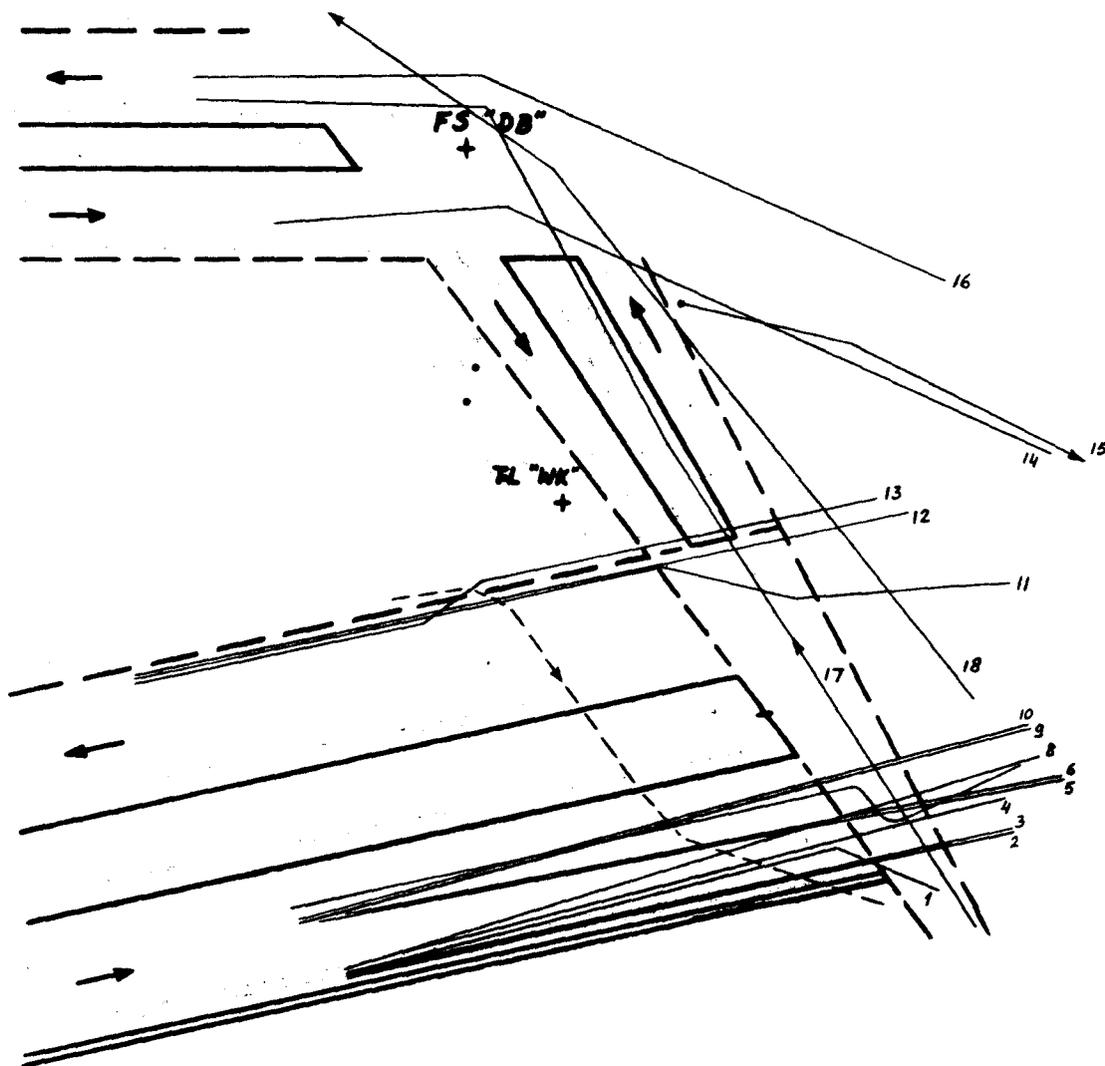
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 9.7.80
Uhrzeit : 9.00 - 12.00



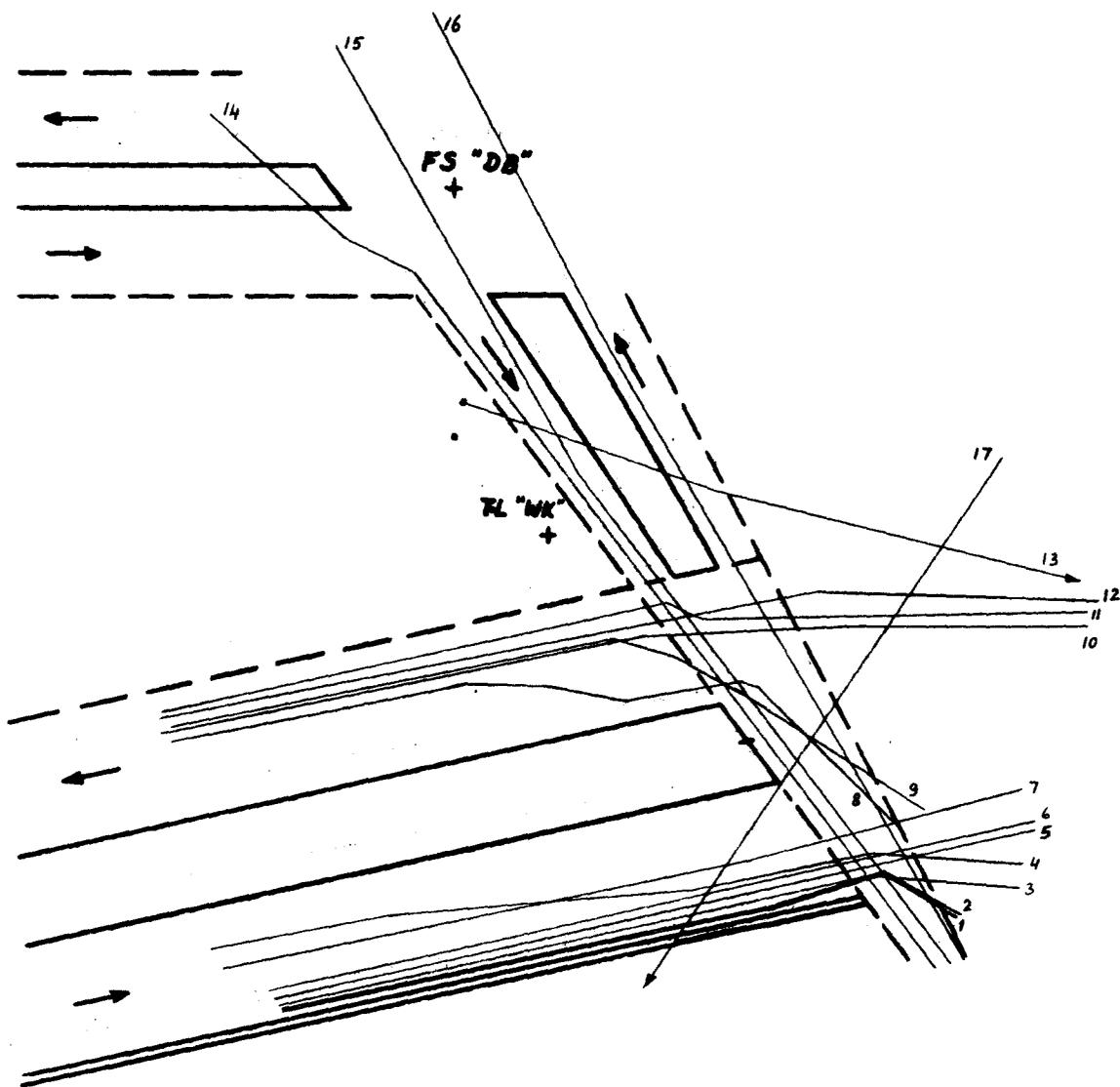
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 9.7.80
Uhrzeit: 12.00-15.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 9.7.80
Uhrzeit : 15.00 - 18.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Mi 9.7.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00

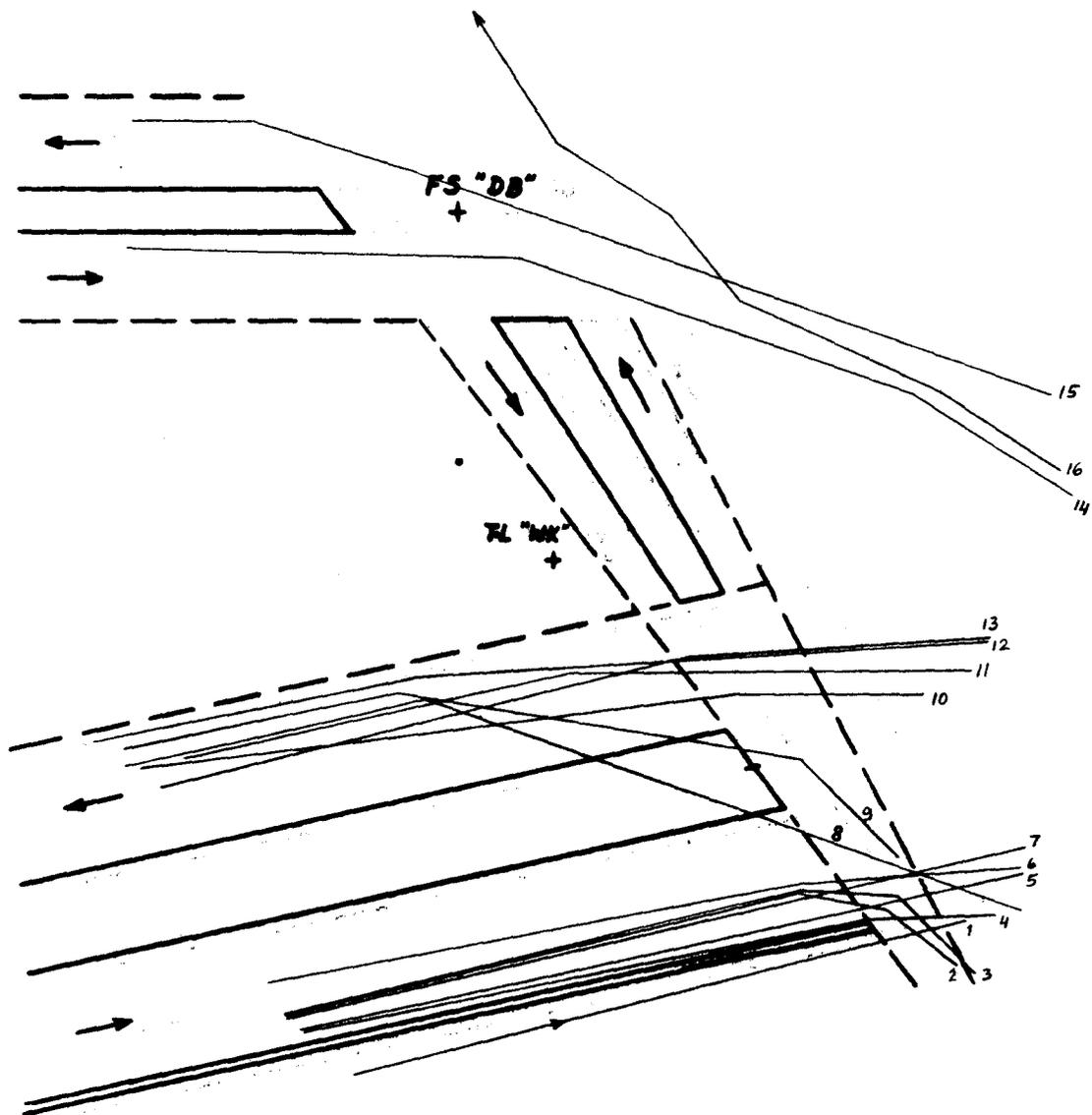
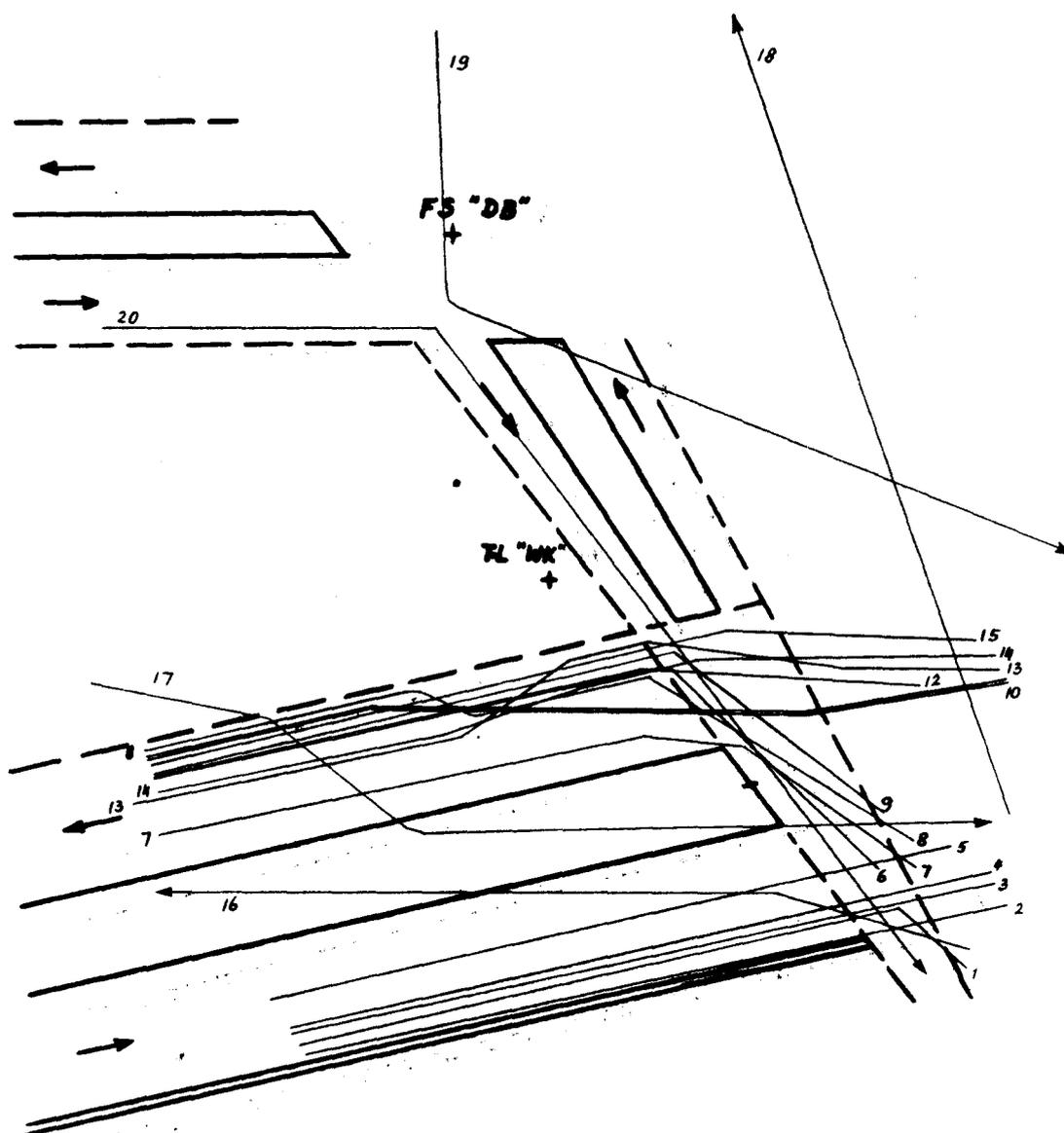


Abb. 78

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

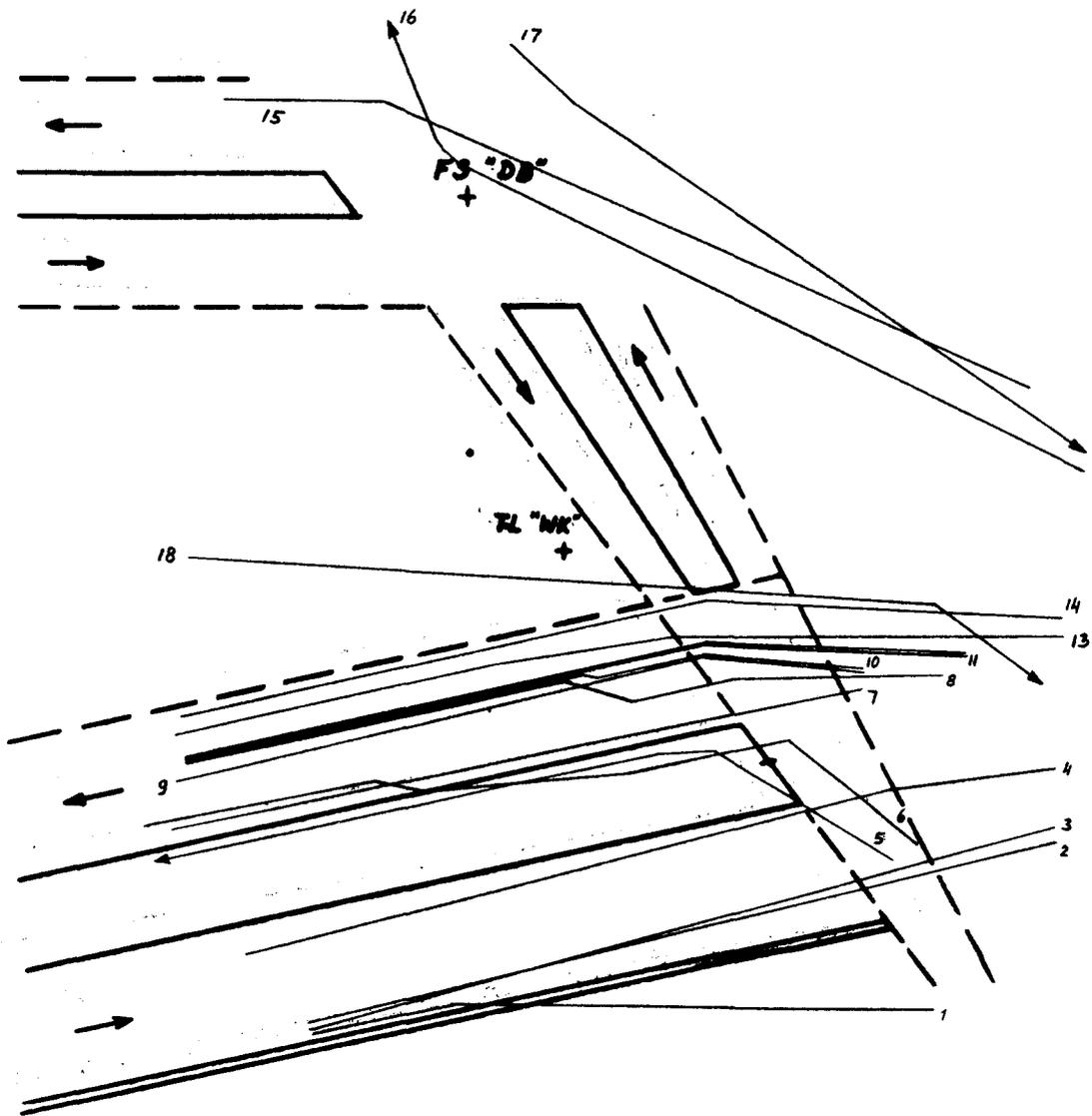
Datum : Mi 9.7.80

Uhrzeit : 21.00-24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

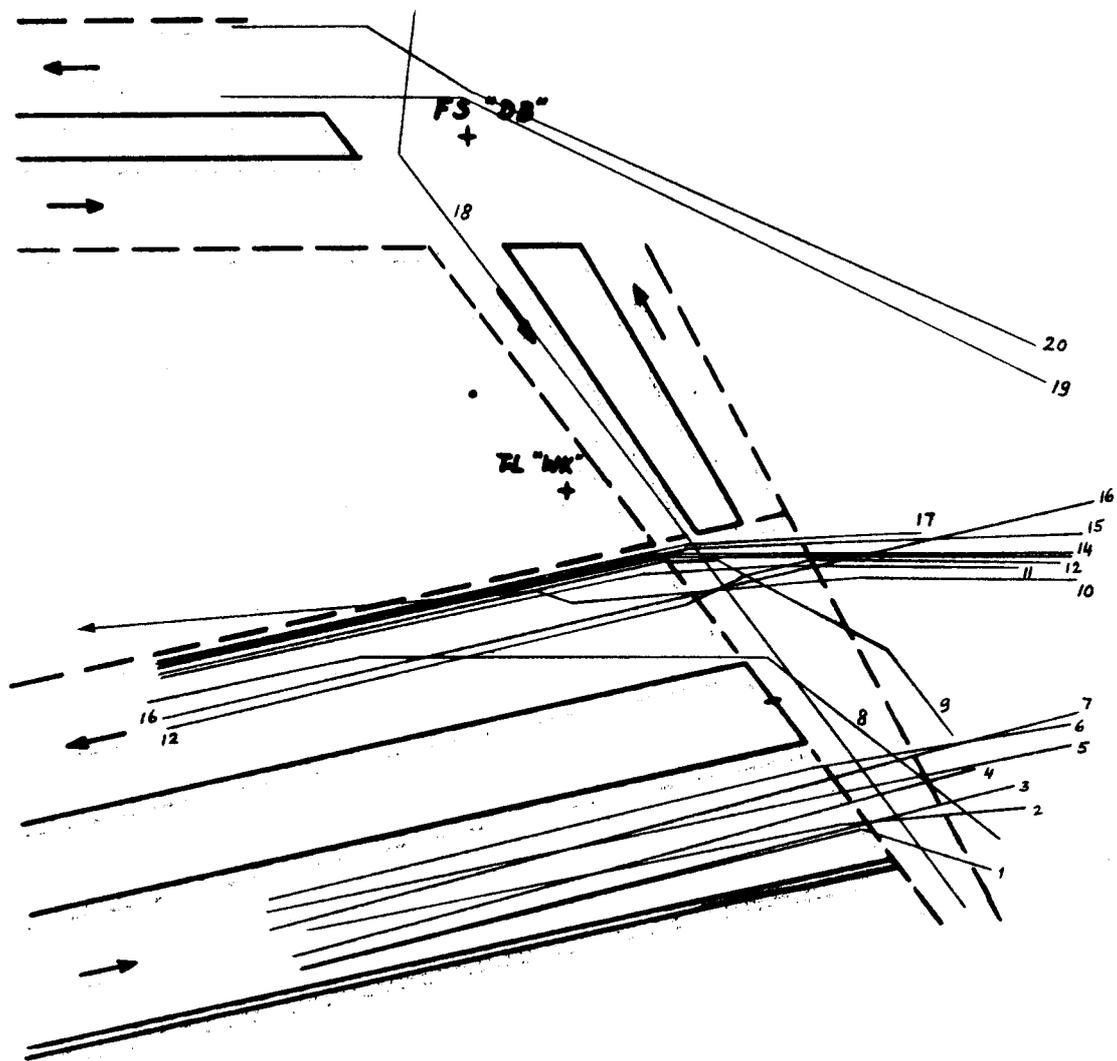
Datum : Do 10. 7. 80
Uhrzeit : 0.00 - 3.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 10.7.80

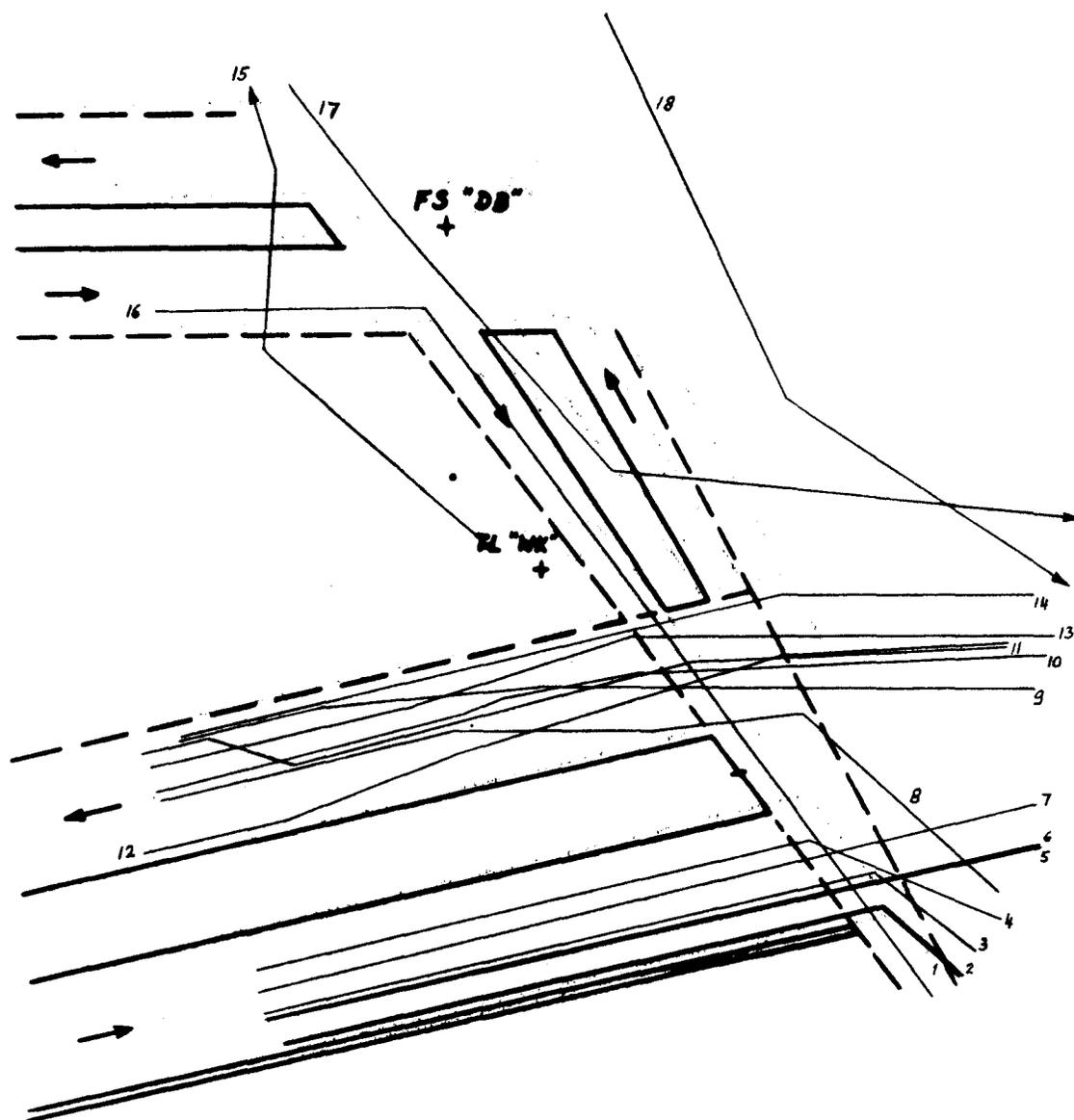
Uhrzeit : 3.00 - 6.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

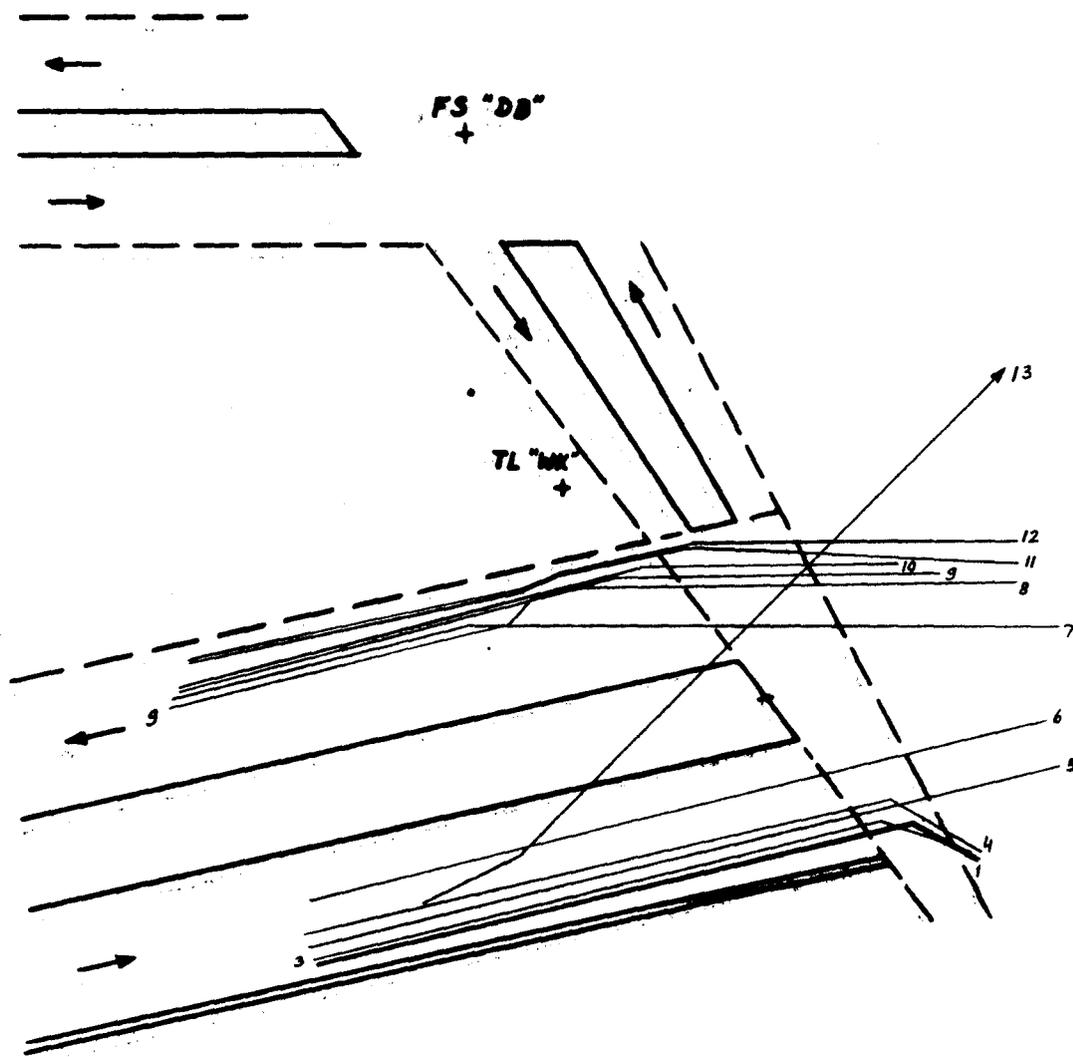
Datum : Do 10.7.80

Uhrzeit: 6.00 - 9.00



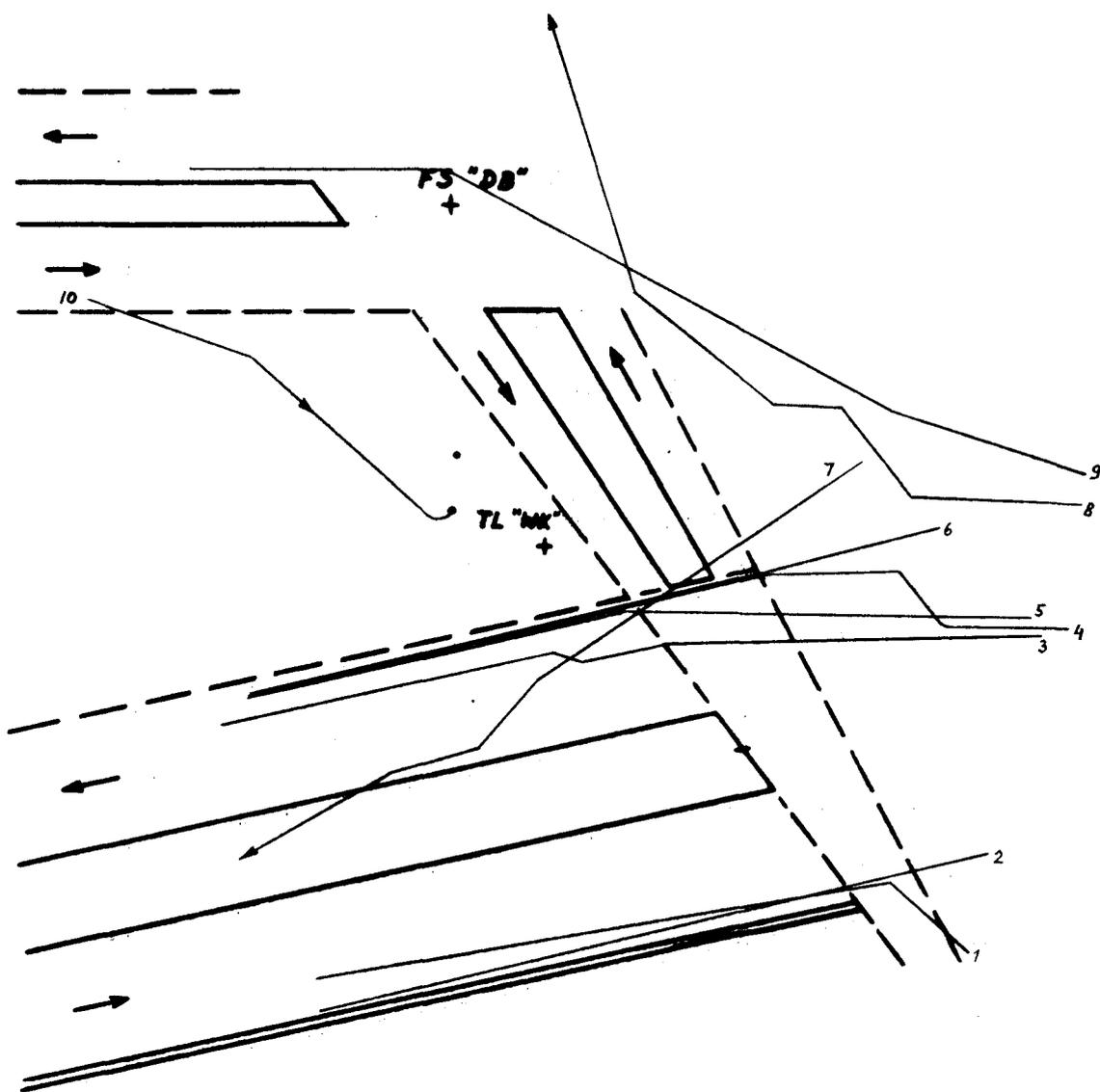
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 10.7.80
Uhrzeit : 9.00 - 12.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

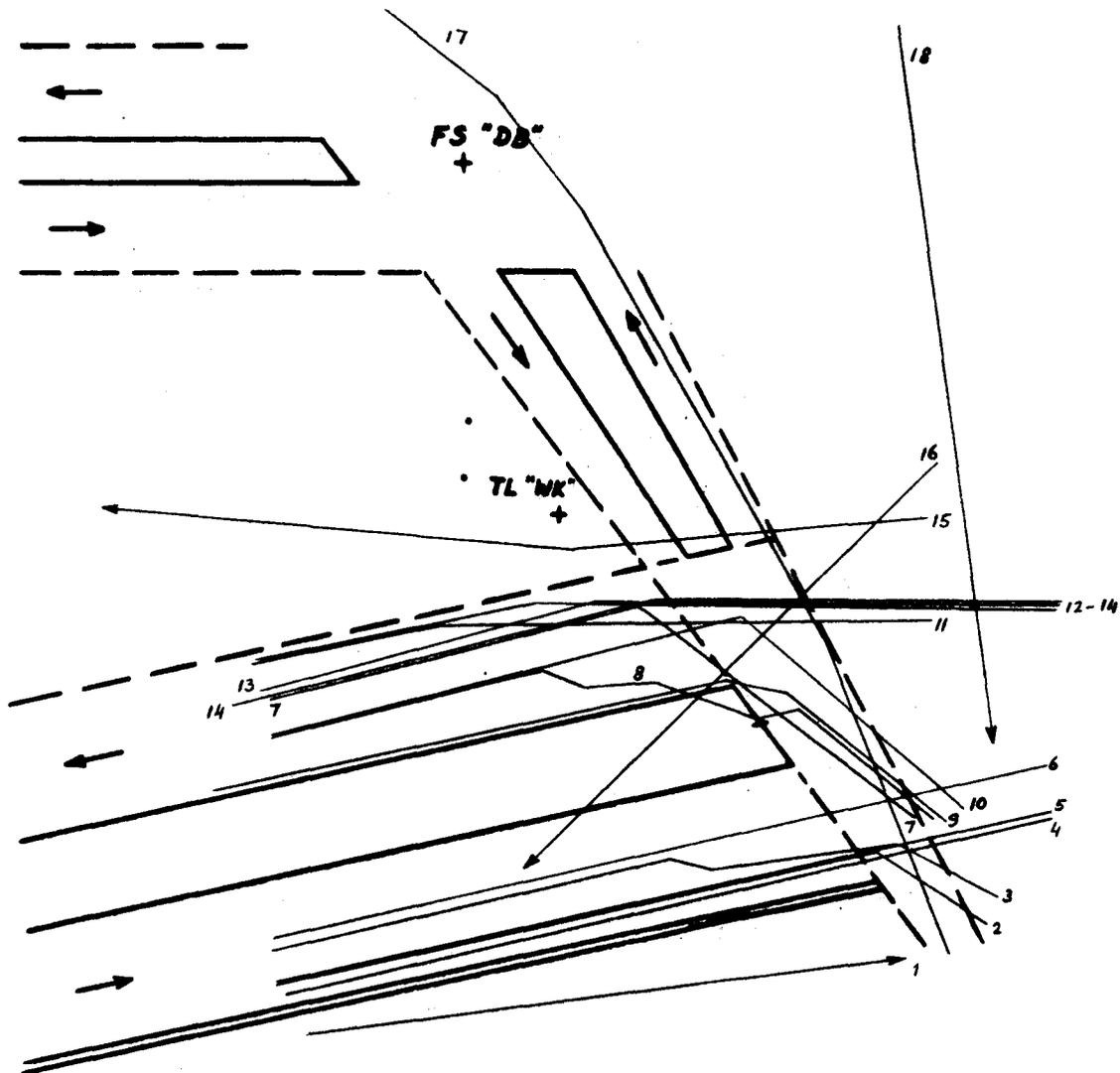
Datum : Do 10. 7. 80
Uhrzeit : 12.00 - 15.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

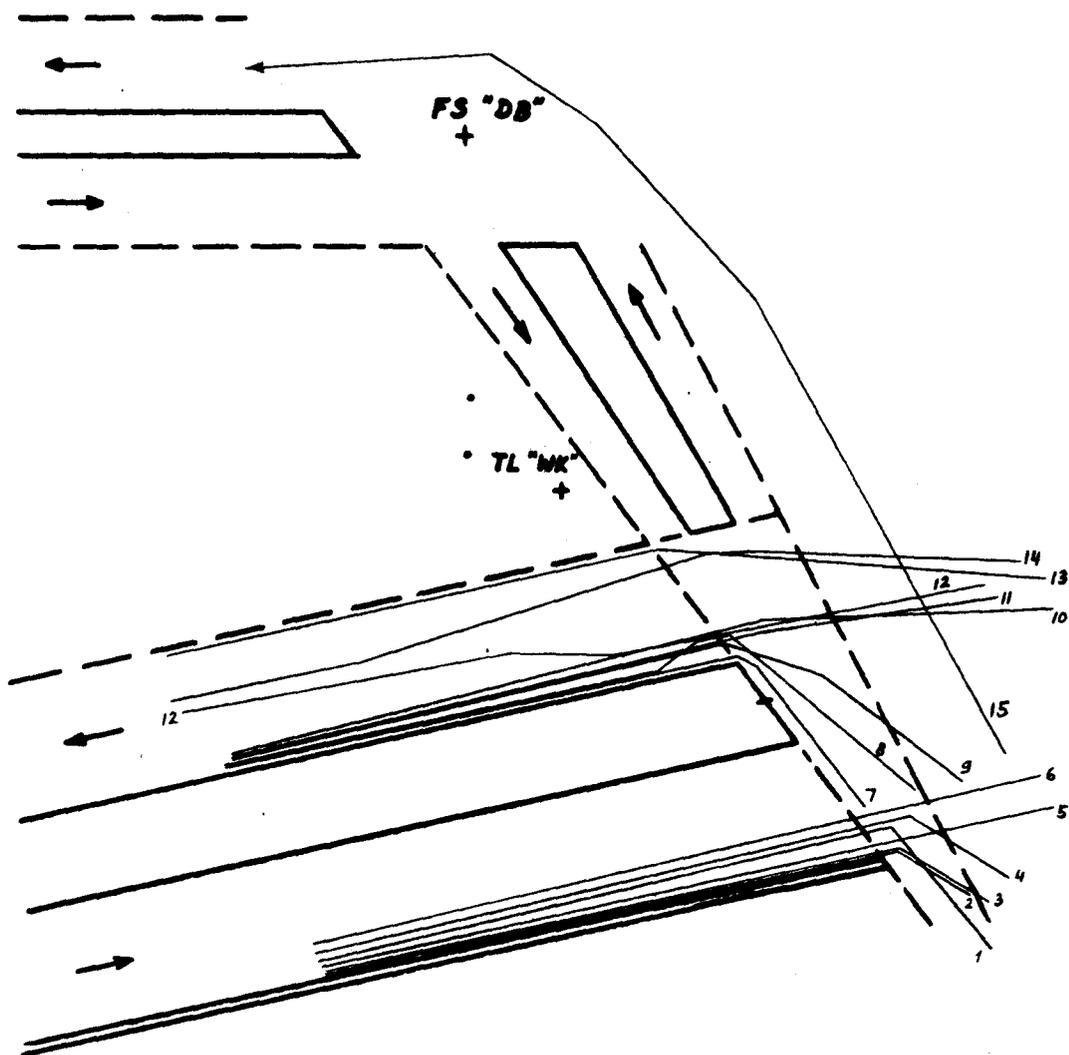
Datum : Do 10.7.80

Uhrzeit : 15.00 - 18.00



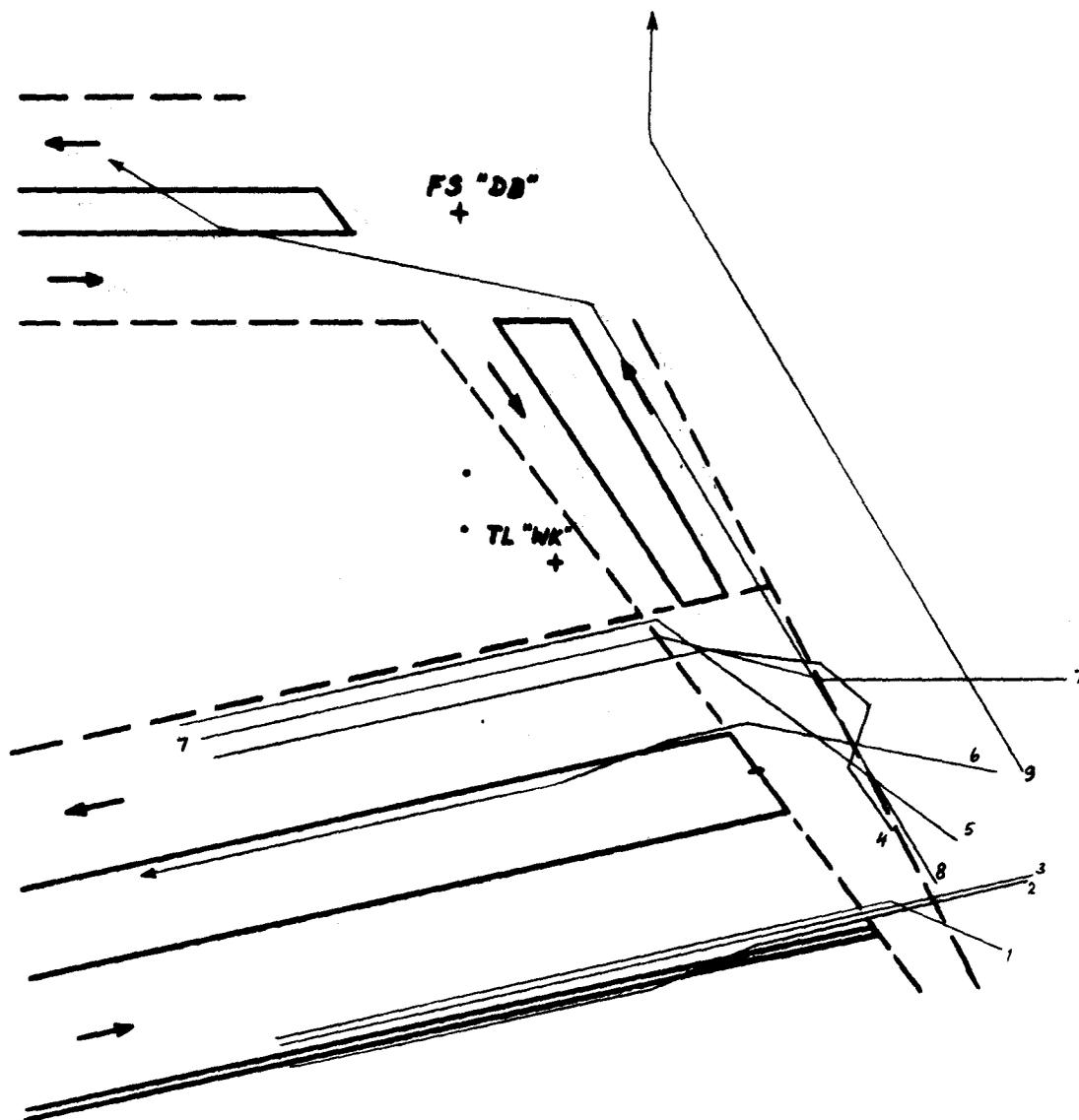
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 10.7.80
Uhrzeit : 18.00 - 21.00



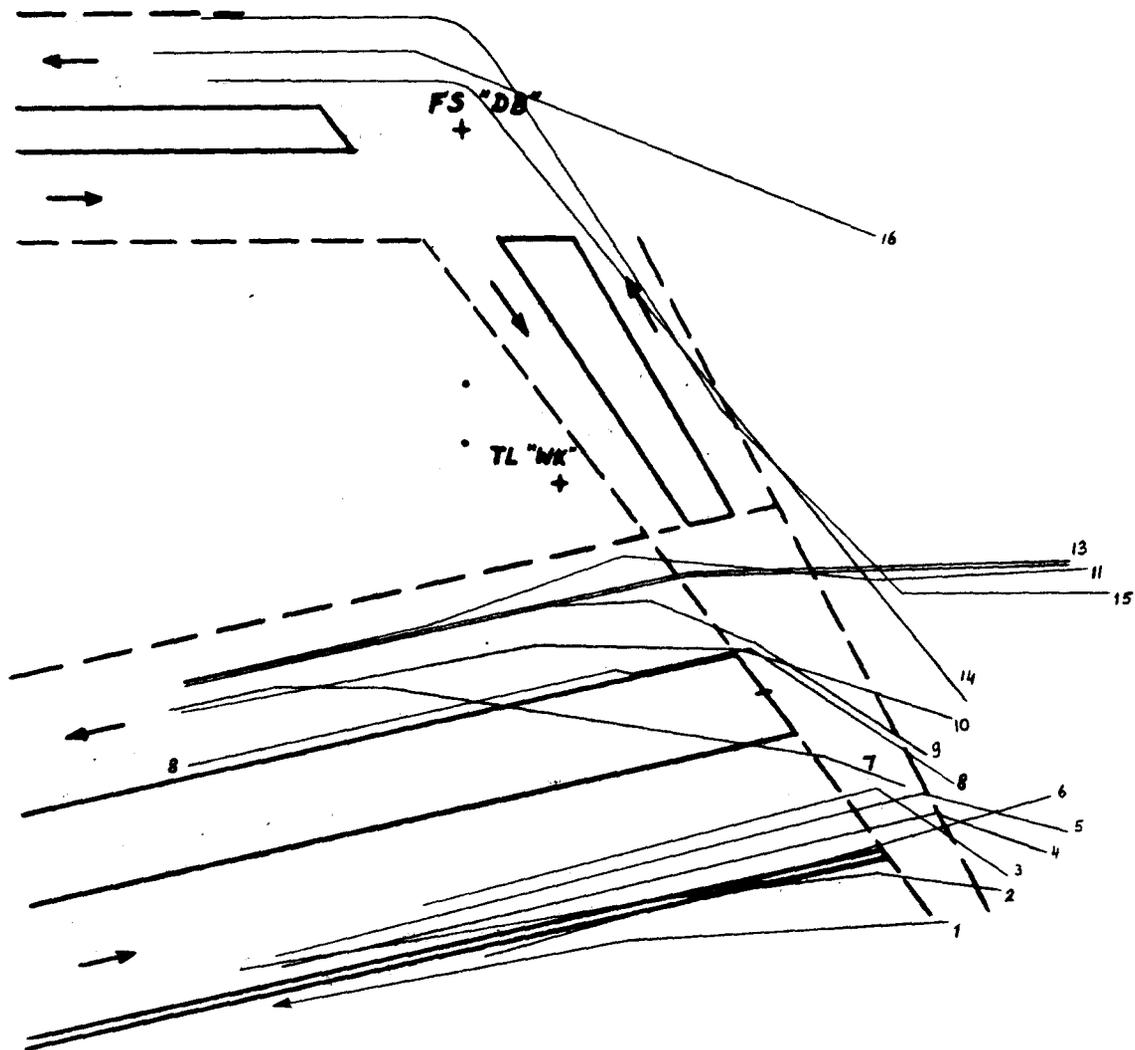
Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Do 10.7.80
Uhrzeit : 21.00-24.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 11.7.80
Uhrzeit: 0.00 - 3.00



Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

Datum : Fr 11. 7. 80
Uhrzeit : 3.00 - 6.00

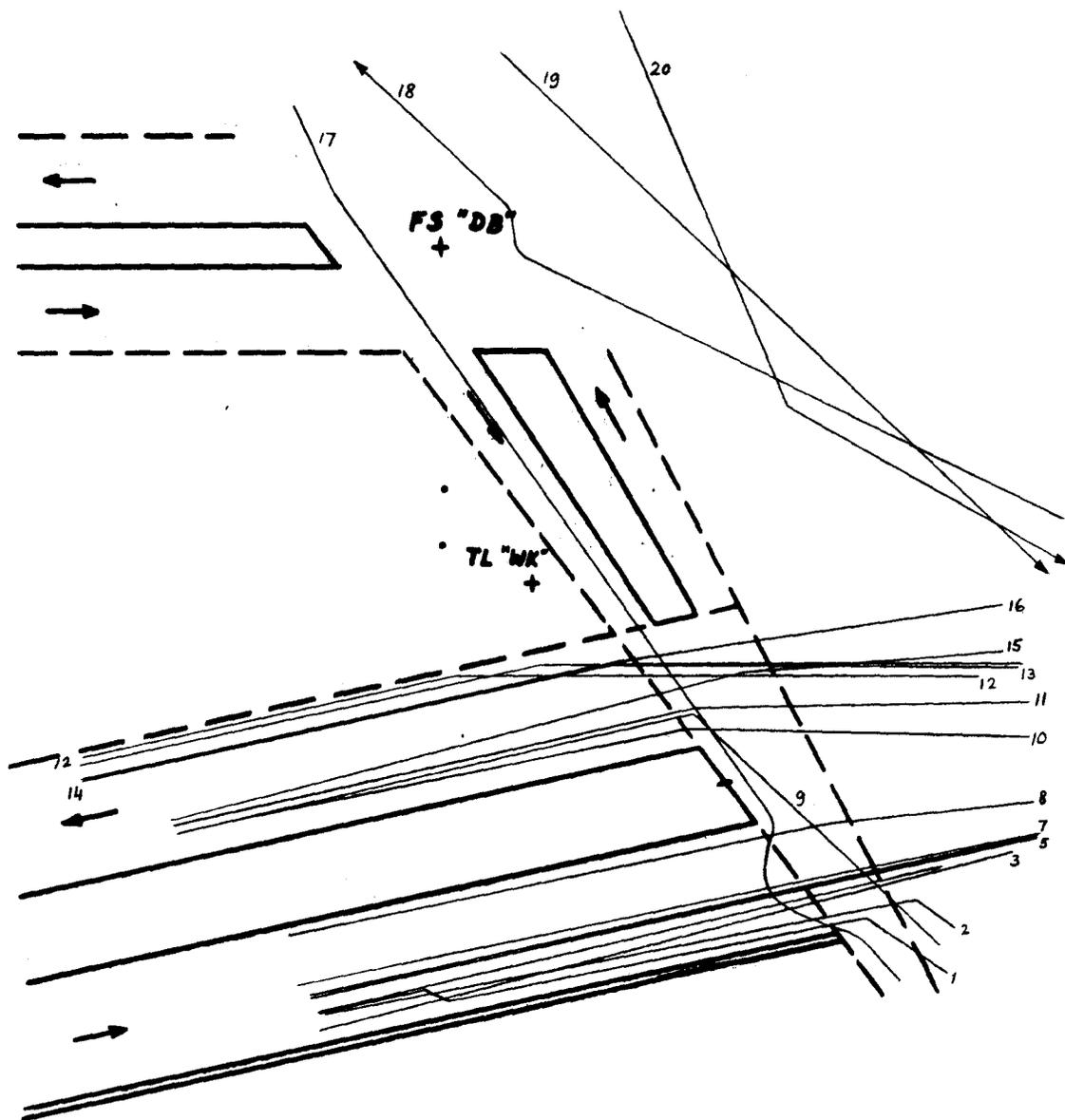
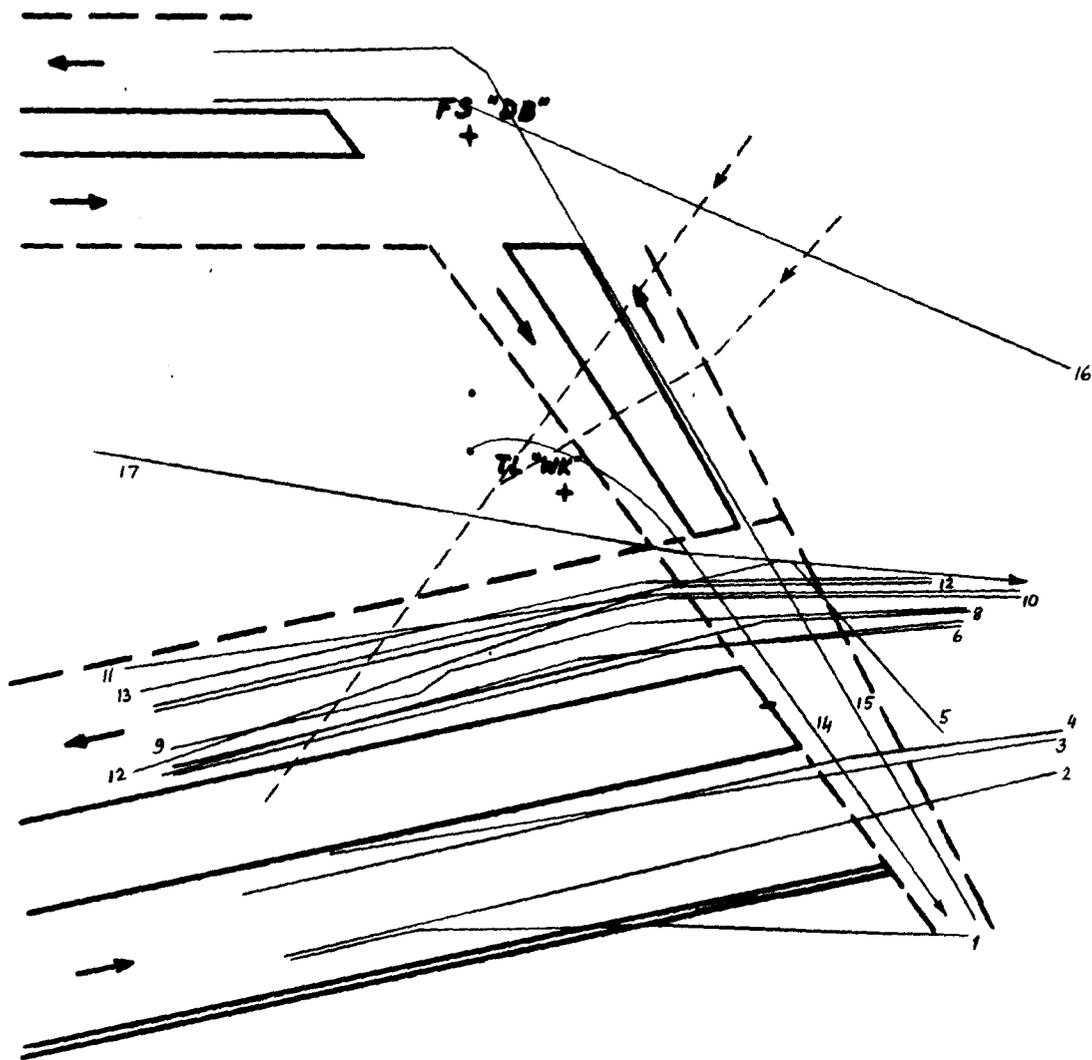


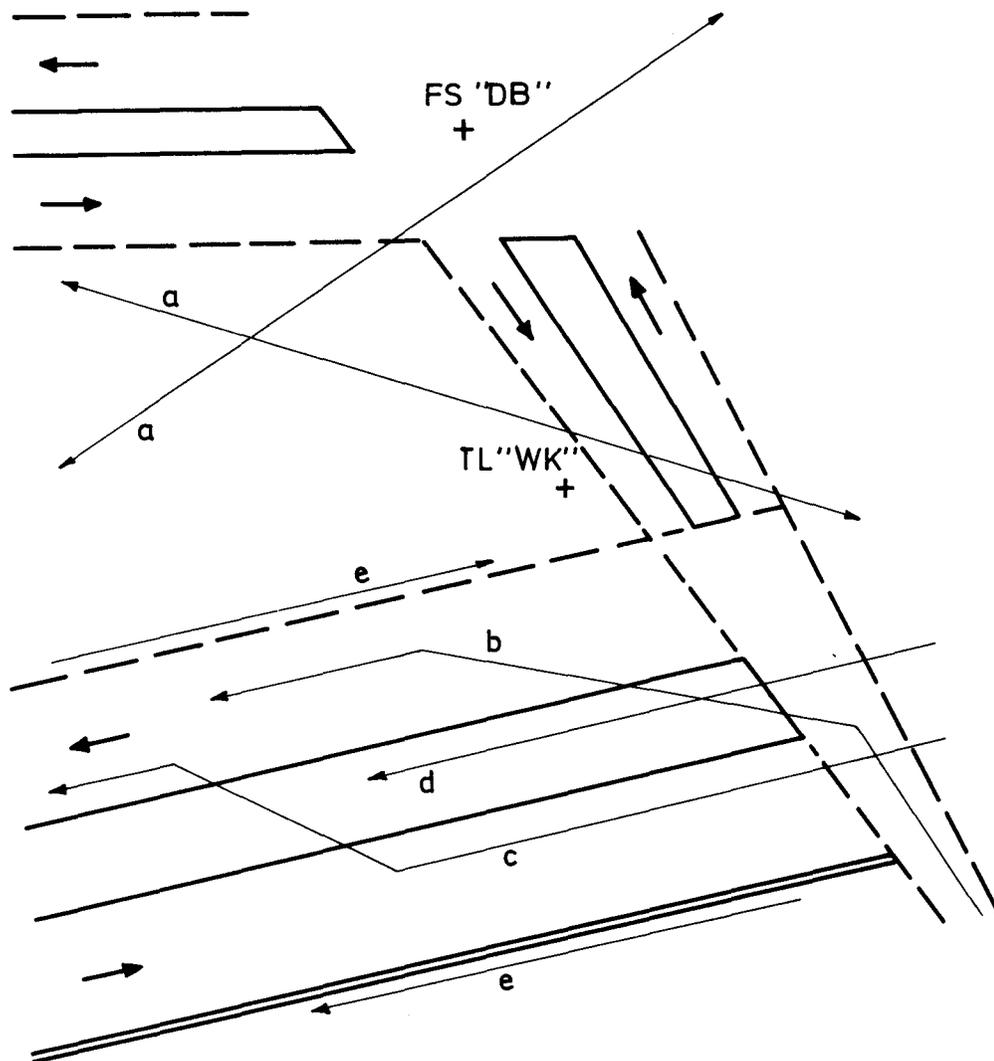
Abb. 89

Schiffsverkehr im Bereich der Kreuzungspunkte in der inneren Deutschen Bucht

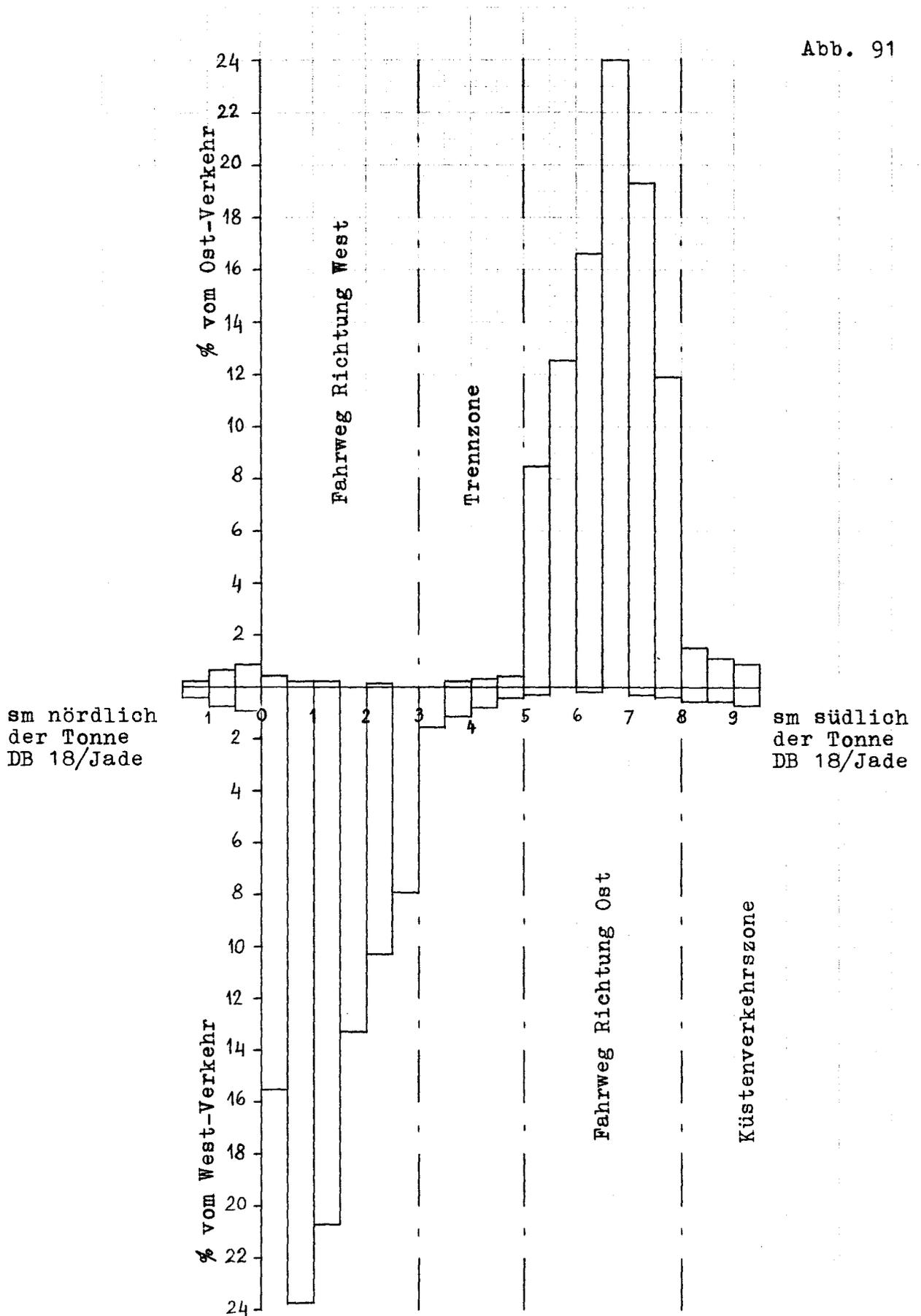
Datum : Fr 11. 7. 80
Uhrzeit : 6.00 - 9.00



Beispiele für beobachtetes, ungeordnetes Fahrverhalten

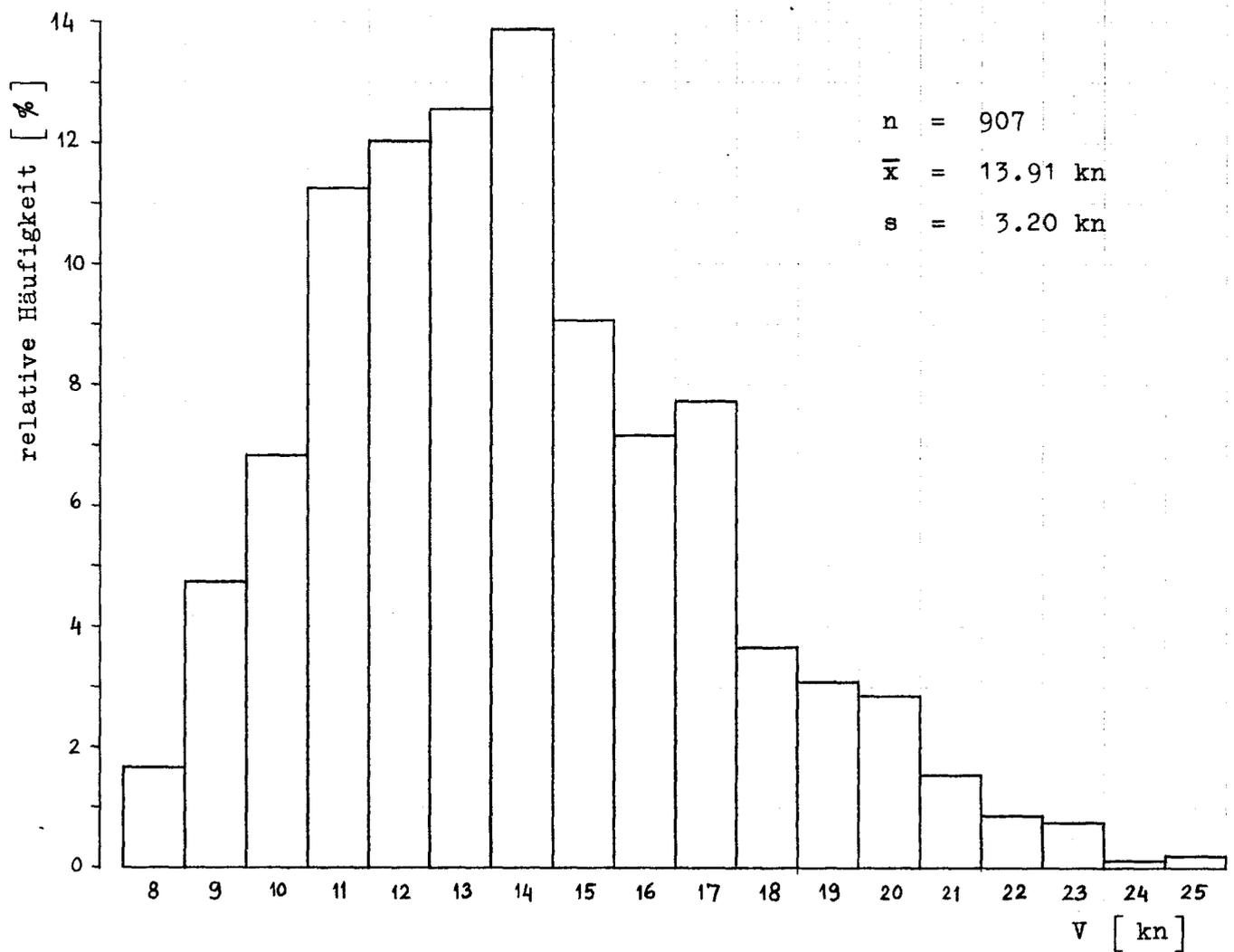


- a : Diagonalfahrt
- b : „Kurvenschneiden“, dabei die Trennzone ignorierend
- c : Fahren entgegen der allgemeinen Fahrtrichtung
- d : Fahren in der Trennzone
- e : Fahren außerhalb eines Verkehrstrennungsgebiets, aber in Nähe der äußeren Begrenzung

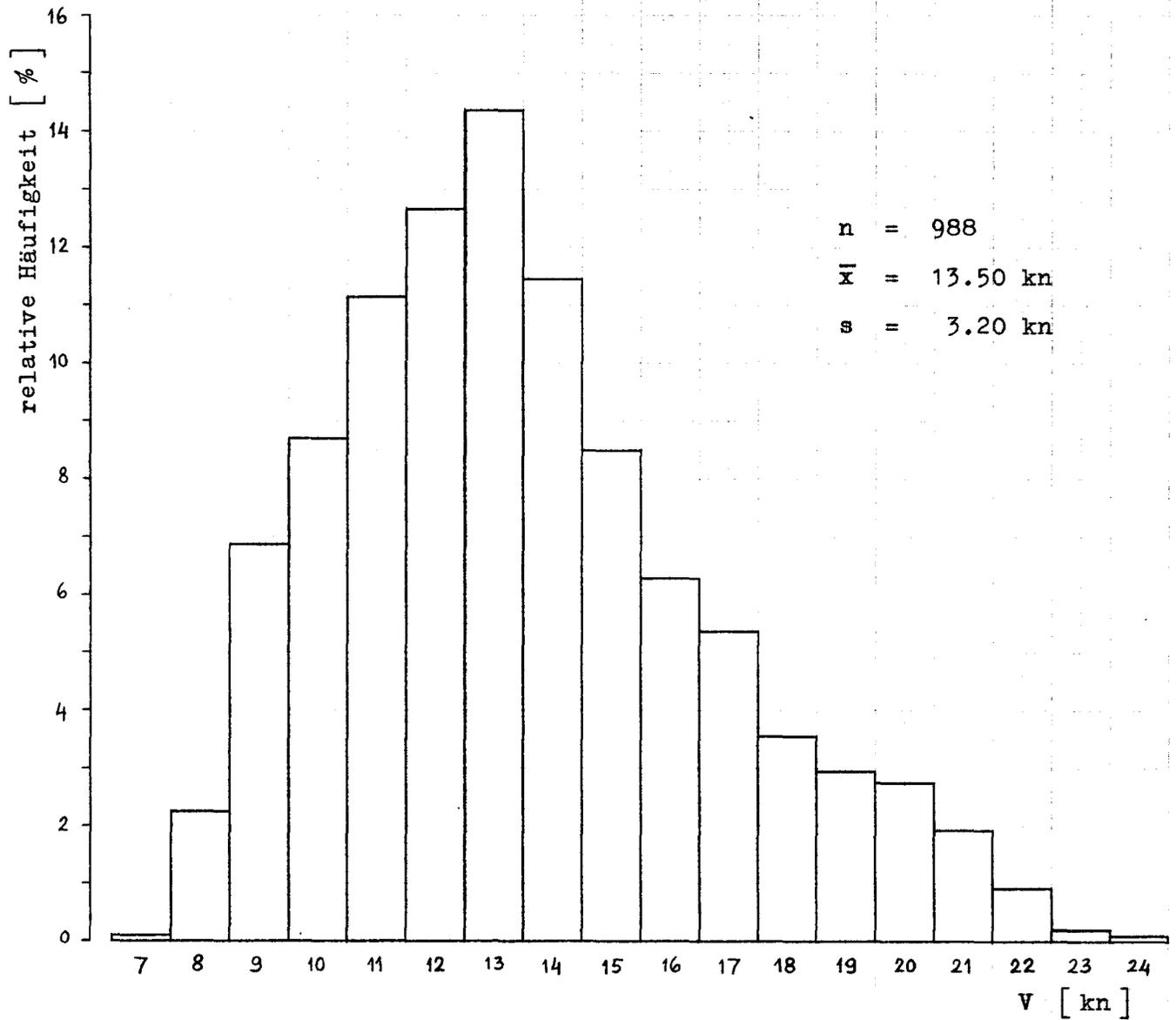


Belegung des Borkumwegs. Verteilung der Schiffe quer zum Fahrweg beim Passieren der Linie durch Tonne DB 18/Jade.

Zugrundegelegte Schiffszahl: Ost 958, West 1027.

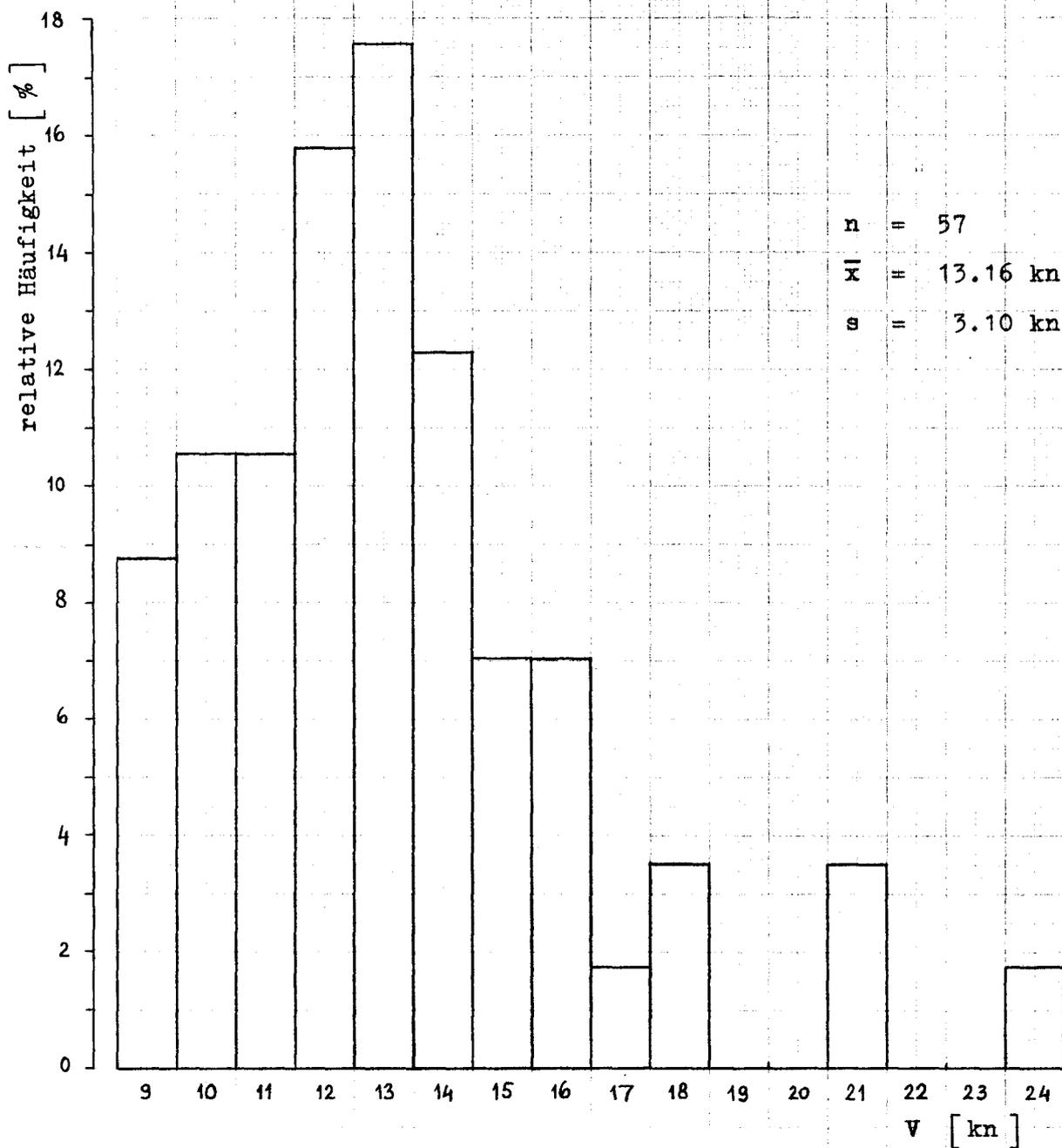


Verteilung der Geschwindigkeit auf dem Borkumweg.
 Fahrtrichtung: östlich

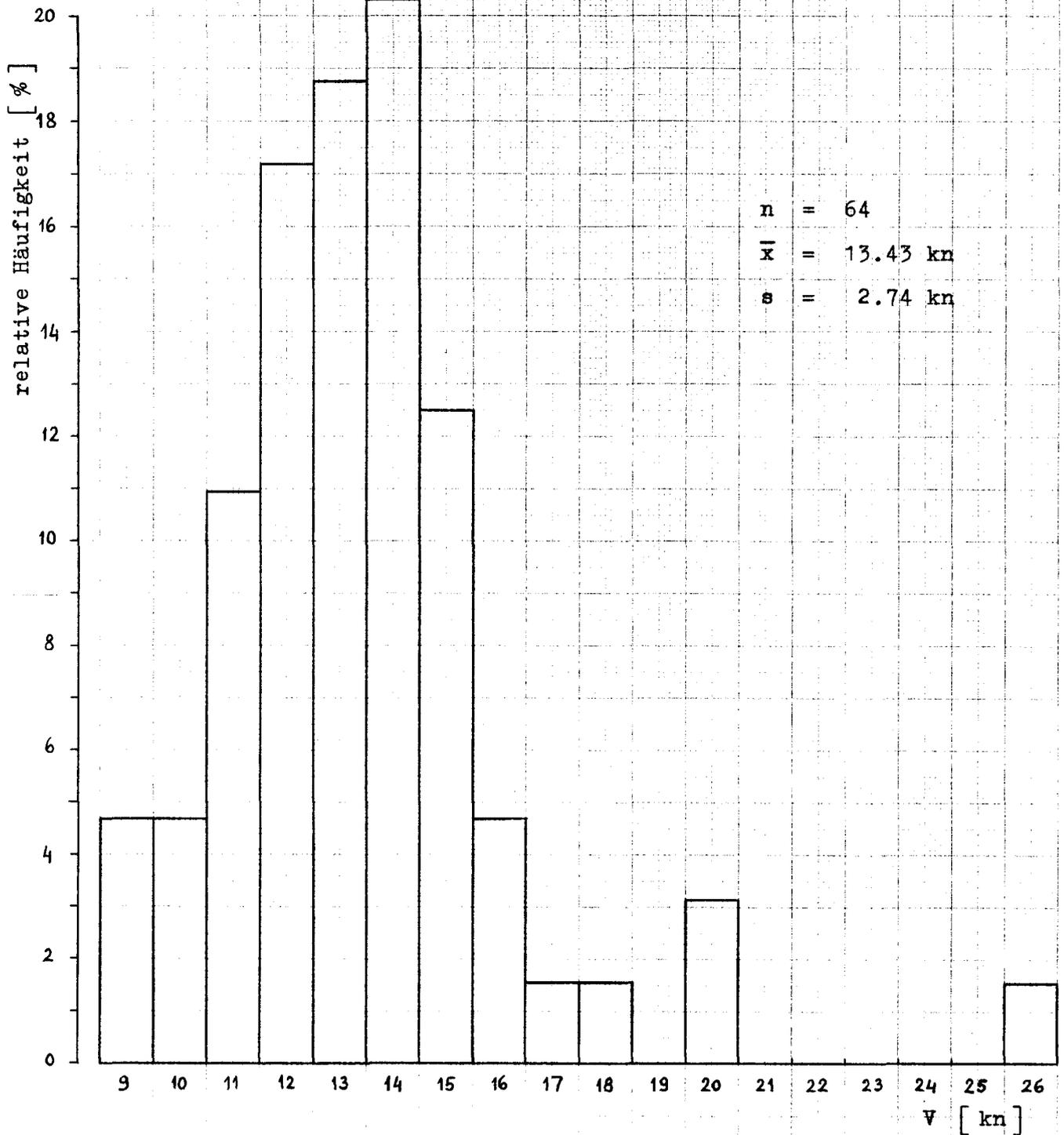


Verteilung der Geschwindigkeit auf dem Borkumweg.

Fahrtrichtung: westlich

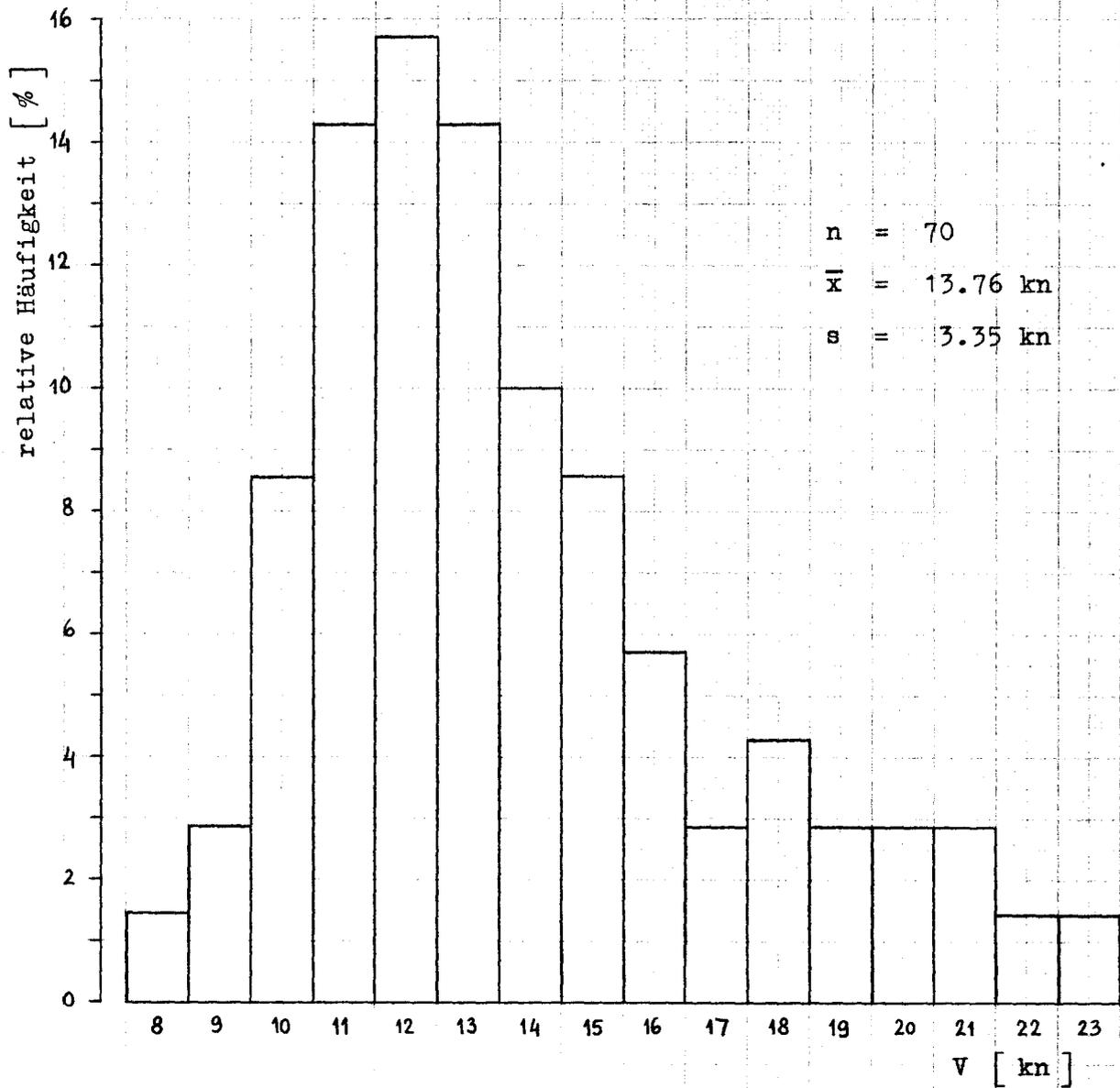


Verteilung der Geschwindigkeit auf dem Tiefwasserweg.
 Fahrtrichtung: östlich

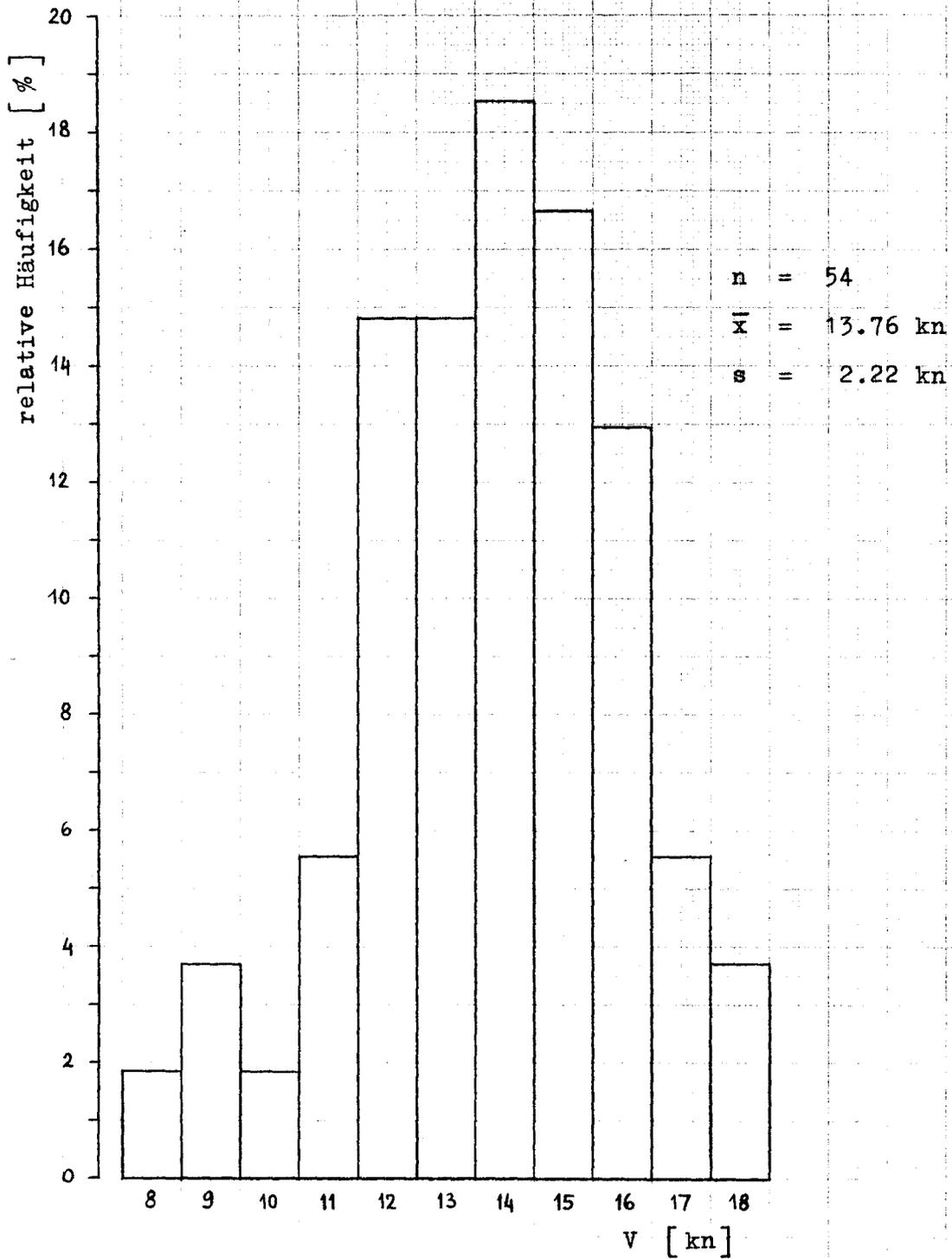


Verteilung der Geschwindigkeit auf dem Tiefwasserweg.

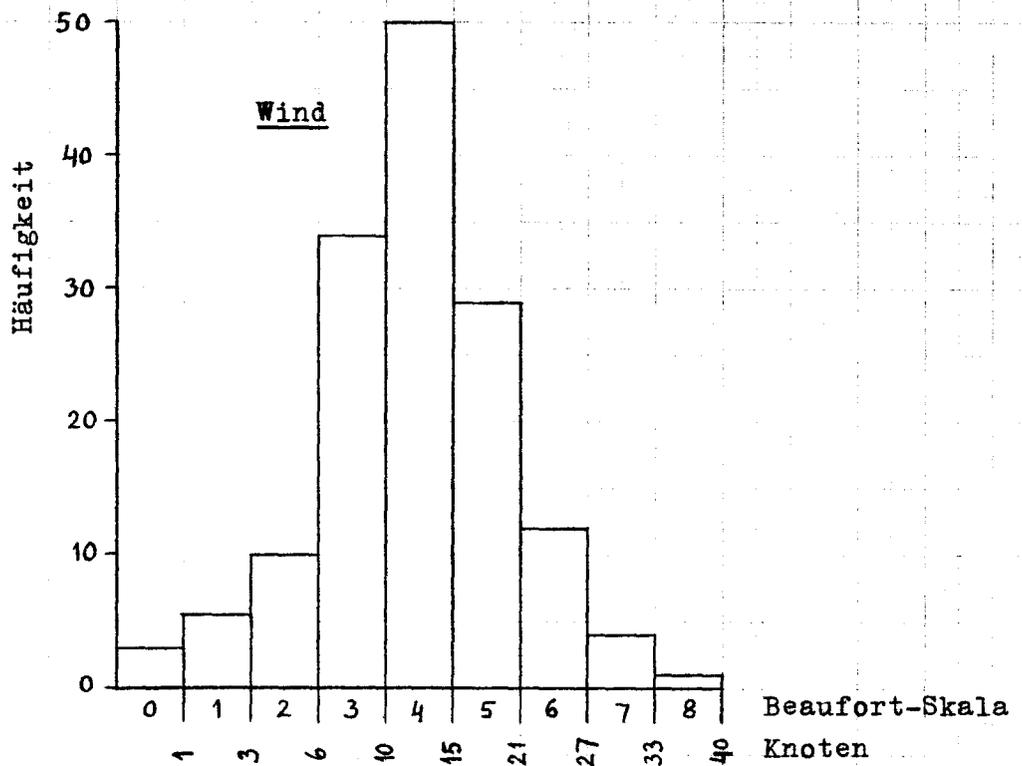
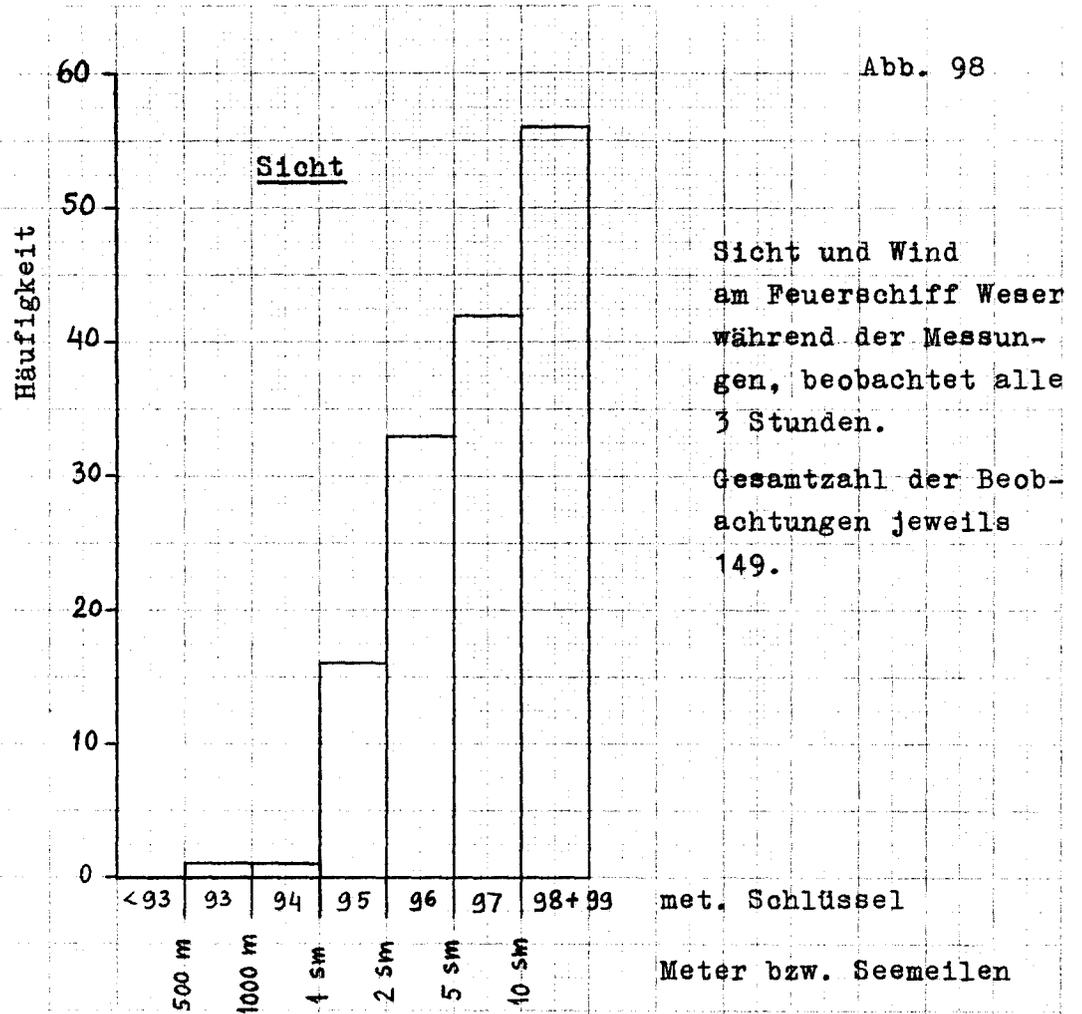
Fahrtrichtung: westlich



Verteilung der Geschwindigkeit in der Jade-Ansteuerung.
 Fahrtrichtung: südlich

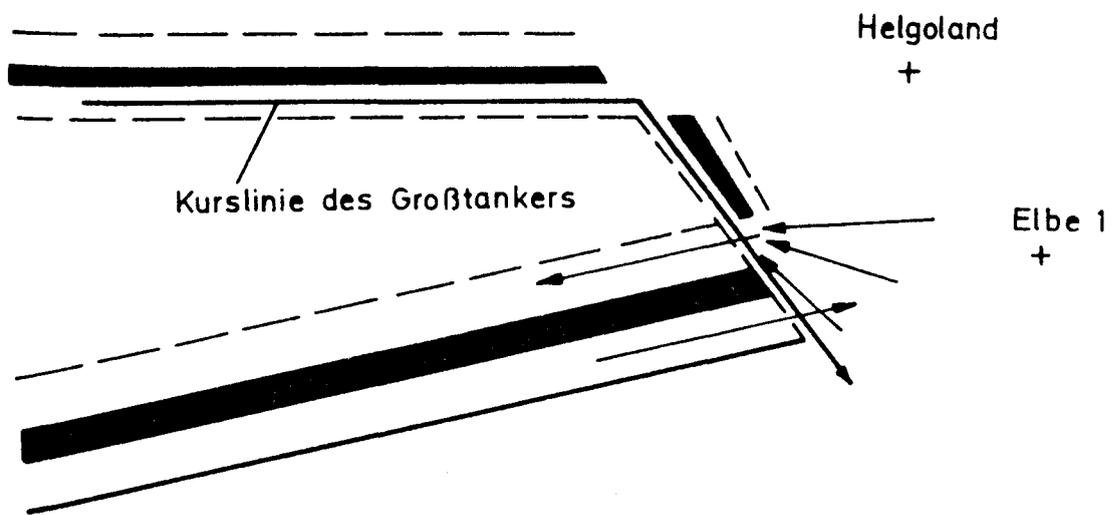


Verteilung der Geschwindigkeit in der Jade-Ansteuerung.
 Fahrtrichtung: nördlich



Die Verkehrsströme, denen ein einlaufender Großtanker bei verschiedenen Verkehrsregelungen begegnen kann

Fall I



Fall II

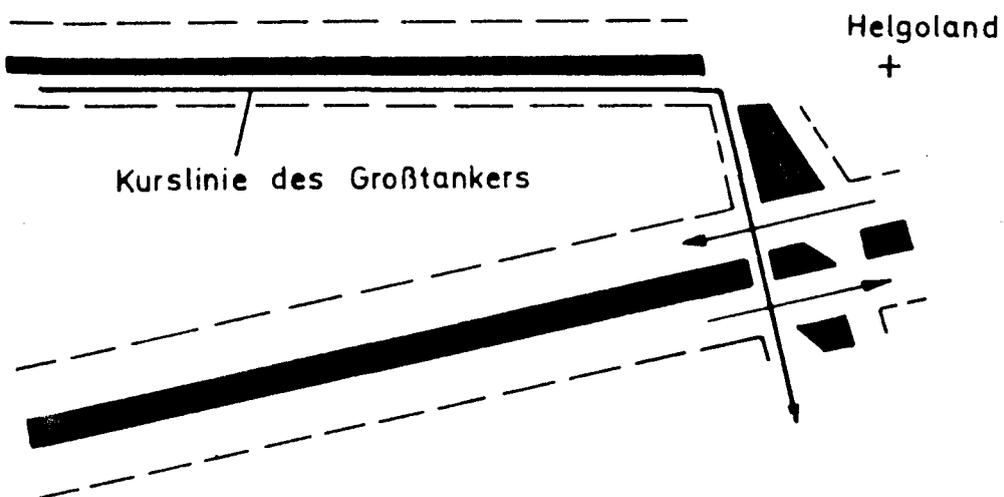
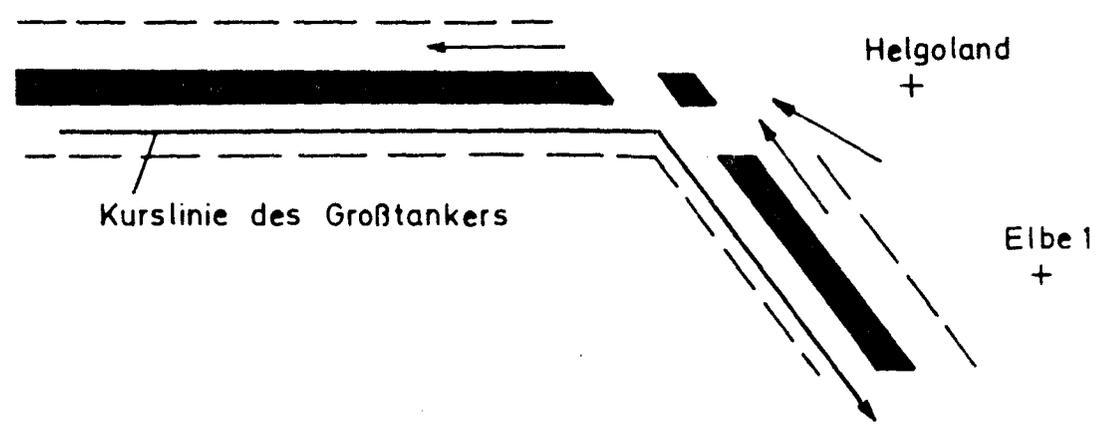
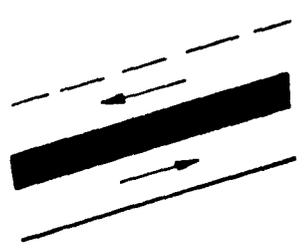
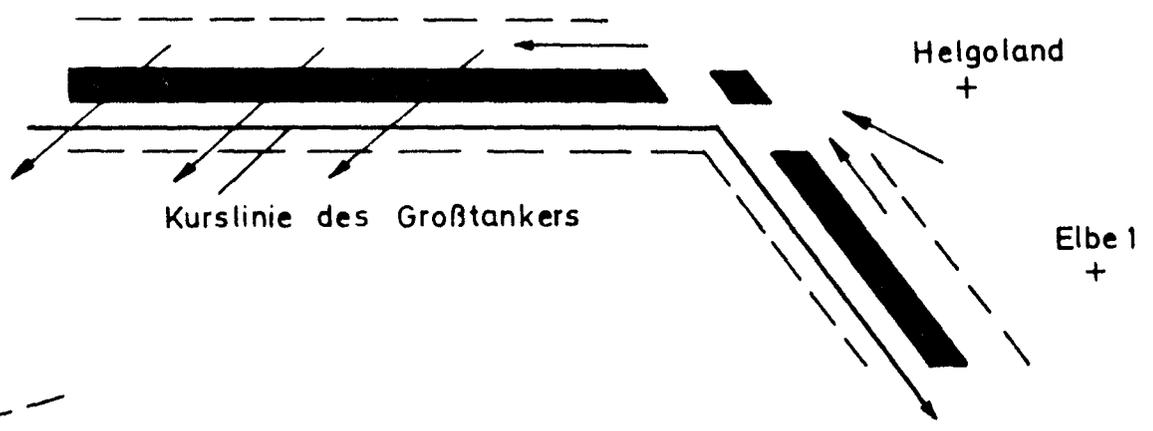


Abb. 99 a

Fall III



Fall IV



Wegeführung in der inneren Deutschen Bucht
mit Vorkehrungen zum rechtwinkligen Kreuzen

