

375 | Dezember 1978

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

K.H. Kwik, W. Stecher

**Prognosen für die Kollisionsrate als
Resultat von Veränderungen
bestehender
Verkehrstrennungsgebiete**

**Dargestellt am Beispiel der
Westeinfahrt zum Kanal zwischen
Ushant und Casquets**

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

Prognosen für die Kollisionsrate als Resultat von Veränderungen bestehender
Verkehrstrennungsgebiete

Dargestellt am Beispiel der Westeinfahrt zum Kanal zwischen Ushant und Casquets

K.H. Kwik, W.Stecher, 1. Auflage, Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1978

© Technische Universität Hamburg-Harburg

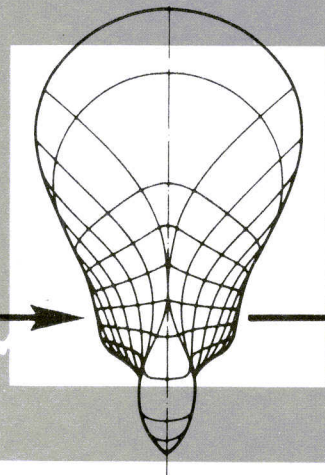
Schriftenreihe Schiffbau

Schwarzenbergstraße 95c

D-21073 Hamburg

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

INSTITUT FÜR SCHIFFBAU
DER UNIVERSITÄT HAMBURG



Prognosen für die Kollisionsrate als Resultat von
Veränderungen bestehender Verkehrstrennungs-
gebiete

Dargestellt am Beispiel der Westeinfahrt zum
Kanal zwischen Ushant und Casquets

K.H. Kwik
W. Stecher

November 1978

Bericht Nr. 375

Prognosen für die Kollisionsrate als Resultat von
Veränderungen bestehender Verkehrstrennungsgebiete -
Dargestellt am Beispiel der Westeinfahrt zum Kanal
zwischen Ushant und Casquets

Abschlußbericht für den Bundesminister für Verkehr
zum Forschungsvorhaben "Verkehrskennndaten für die
Sicherheit von Schiffen im Seeverkehr"

AZ.: See 21/06.22.26/78

Von

K. H. Kwik und W. Stecher

Hamburg, November 1978

Einleitung

Im Jahre 1973 wies die Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. in einer Denkschrift darauf hin [1], daß ein dringender unbefriedigter Bedarf für Untersuchungen bestehe, die sich mit Erscheinungsformen des Seeverkehrs und den Bedingungen für dessen sicheren Verlauf befassen. In einer vom Bundesminister für Forschung und Technologie in Auftrag gegebenen Studie des Forschungszentrums des Deutschen Schiffbaus e.V. [2] wurden 1974 zahlreiche Einzelprojekte aus diesem Problemkreis definiert und zur Durchführung vorgeschlagen. Diese unterblieb jedoch größtenteils wegen des auch von der DGON beklagten Mangels an Forschungsmitteln. Die Bestimmung der Kollisionsrate mit statistischen Methoden und deren Nutzung als Element des Systemansatzes im Schiffbau wurde 1972 von Krappinger [3] vorgeschlagen. Nachfolgende Überlegungen führten jedoch zu dem Schluß, daß die Kollisionsrate auch als ein Maßstab für die Sicherheit von Schiffen im Seeverkehr geeignet ist. Als schwierig erwies sich zunächst die Gewinnung von aussagefähigem und repräsentativem Datenmaterial. Eine von Kwik/Stecher entwickelte und erstmals beschriebene Methode [4] der Aufzeichnung von Schiffsradar-Video auf handelsüblichen Kassetten-schmalfilm unter Einsatz einer kameraexternen, elektronischen Zeitraffersteuerung löste jedoch auch dieses Problem. Mit Unterstützung des Verbandes Deutscher Reeder, der Deutschen Dampfschiffahrts-Gesellschaft HANSA, der Deutschen Shell Tanker GmbH. und der Hapag-Lloyd AG wurden in den Jahren 1975 bis 1978 insgesamt 6 Reisen des MS GUTENFELS, des TT LAGENA und des CTS TOKIO EXPRESS aufgezeichnet. Die Schiffsleitungen führten darüber hinaus umfangreiche ergänzende Aufzeichnungen in Form eines fortlaufenden Berichtes durch. Das so gewonnene Material wurde ausschnittsweise ausgewertet und die Ergebnisse in bisher drei Publikationen

beschrieben [4,5,6]. Der hier vorgelegte Bericht stellt eine im Zusammenhang des Gesamtprojektes eigenständige Untersuchung dar.

Abgrenzungen

Die Beschreibung der Gegebenheiten in einem Seegebiet mit den Mitteln der mathematischen Statistik muß sich darauf beschränken, Zustandsgrößen zu quantifizieren. Sie kann darüber hinaus Anhaltspunkte für das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Kausalzusammenhängen geben. Sie kann jedoch solche Zusammenhänge weder beweisen noch ausschließen. Dieses gilt um so mehr, wenn das Verhalten komplizierter Mensch-Maschine-Systeme, wie es Schiffe mit ihren Besatzungen sind, anhand nur weniger Daten beschrieben wird. Der hier vorgelegte Bericht kann und will deshalb die Untersuchung der Kausalzusammenhänge nicht ersetzen oder überflüssig machen. Er zeigt vielmehr erneut auf, wie dringend nötig solche Untersuchungen sind. Wenn zum Beispiel bei der Berechnung der Kollisionsrate der beobachtete Prozentsatz der Falschfahrer in einem Einbahnweg als konstant angenommen wird, so wird damit keinerlei Aussage über die Ursachen dieser Erscheinung und über mögliche Abhilfen getroffen. Auch diese wären nur in einer eigenen Untersuchung zu finden. Nicht ausgeschlossen ist es allerdings, auf die empirisch ermittelte und statistisch quantifizierte Tatsache, daß es Falschfahrer in einem bestimmten Prozentsatz des Gesamtverkehrs gibt, zum Anlaß und zur Grundlage pragmatischer Maßnahmen seitens der zuständigen Behörden zu nehmen. Die Verfolgung festgestellter Zuwiderhandlungen ermöglicht auch die Ermittlung der Ursachen und der Motive und damit deren vorbeugende Bekämpfung. Der Erfolg wird allerdings sehr stark

von der Sorgfalt und Gründlichkeit der Untersuchung und von der Auswahl und dem Ausmaß der verhängten Sanktionen oder anderer Maßnahmen abhängen. Er kann aber mit der in diesem Bericht beschriebenen Methode gegebenenfalls nachwiesen werden, indem das gleiche Seegebiet einige Zeit nach Einleitung der vorbeugenden Bekämpfungsmaßnahmen einer zweiten Untersuchung unterworfen und die Ergebnisse verglichen werden.

Mit der hier angewandten Methode ist es auch nicht möglich, menschliches oder technisches Versagen zu beweisen oder auszuschließen. Wird zum Beispiel ein statistisches Modell für das Ausweichverhalten von Schiffen in potentiell kollisionsgefährlichen Situationen entwickelt und quantifiziert, so ist damit noch nichts über das Entscheidungsverhalten der beteiligten Nautiker ausgesagt. Eine beobachtete Kursänderung kann, vor allem bei verminderter Sicht, auf völlig außerhalb der beobachteten Situation liegende Gründe zurückzuführen sein. Sie kann etwa aus Gründen der meteorologischen Navigation oder wegen einer Änderung des Bestimmungsortes oder sogar zur Hilfeleistung in Seenot erfolgen und muß noch nicht einmal bei größeren Abständen in Kenntnis vom Vorhandensein anderer Fahrzeuge und vom Bestehen eines latenten Kollisionsrisikos erfolgen. Dennoch erlaubt die Beobachtung eines typischen Verhaltensmusters in bestimmten Situationen den Rückschluß auf ein Element des Seemannsbrauches jedenfalls dann, wenn die Verhaltensabweichungen gering, die statistischen Streumaße also klein sind. Daraus wiederum können in bestimmten Fällen Aussagen über die Interpretation gewisser unbestimmter Begriffe z.B. in der Seestraßenordnung durch die Gemeinschaft der internationalen Seefahrer abgeleitet werden.

Die in diesem Bericht gegebenen Prognosen für die Änderung der Kollisionsrate als Resultat von Veränderungen bestehender Verkehrstrennungsgebiete schließlich gelten streng nur für den "eingeschwungenen" Zustand. Erfahrungsgemäß werden solche Veränderungen nicht rechtzeitig allen beteiligten Nautikern bekannt oder bewußt und deshalb für eine mehr oder weniger lange Umstellungszeit nicht vollständig befolgt. Da bisher der Verlauf solcher Umstellungsprozesse noch nicht untersucht und beschrieben worden ist, können die Einzelheiten nur vermutet und in ihrem Ausmaß geschätzt werden. Darauf wird in diesem Bericht verzichtet. Eine vorübergehende nicht unbeträchtliche Erhöhung der Kollisionsrate als Begleiterscheinung der Umstellungen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Allgemeines

Die Strandung der "Amoco Cadiz" vor der Bretagne, bei der die bisher größte Ölmenge (220 000 t) aus einem havarierten Tanker ins Meer floß, veranlaßte die französische Regierung, Vorschläge für eine Änderung der bestehenden Verkehrstrennung vor Ushant und Casquets zu unterbreiten. Am 20. April 1978, also rund vier Wochen nach dem Unfall, stimmte die IMCO diesen Vorschlägen mit geringfügigen Änderungen zu. Die neue Regelung soll ab 1. Januar 1979 Gültigkeit haben. Kommentare zu der neuen Regelung kann man u. a. im "Journal de la Marine Marchande" [7] und im "Nautical Review" [8] nachlesen. Für unsere Betrachtungen wesentlich ist der Trennungsplan. Die Abb. 1 und 2 zeigen die jetzt bestehenden Verkehrstrennungsgebiete, die Abb. 3 und 4 die ab 1979 geltenden.

Die augenfälligsten Neuerungen sind:

1. Verlegung des Hauptschiffsverkehrs weiter weg von der französischen Küste.
2. Breitere Trennungszonen.
3. Ein dritter Weg für in Nordostrichtung fahrende Tanker zwischen 27 und 33 Seemeilen vor Ushant.

Mit "Tanker" sind all jene Fahrzeuge gemeint, die gefährliche oder umweltverschmutzende Ladung befördern. Für in Südwestrichtung fahrende Tanker ist vor Ushant kein eigener Einbahnweg vorgesehen, da unterstellt wird, daß diese Schiffe im allgemeinen dann in Ballast fahren. Sie sollen aber möglichst auf der rechten Seite fahren. Vor Casquets sollen in Ostrichtung fahrende Tanker, die hier auch über keinen eigenen Einbahnweg verfügen, möglichst auf der linken Seite fahren.

Von der neuen Regelung erhofft man sich zwei Dinge:

1. Die Gefahr einer Kollision soll weiter vermindert werden.
2. Im Falle eines technischen oder navigatorischen Versagens soll das Schiff so weit von der Küste entfernt liegen, daß mehr Zeit für Gegenmaßnahmen verbleibt.

Mit dem vorliegenden Bericht wird untersucht, welcher Kollisionsrate zur Zeit ein im Seegebiet zwischen Ushant und Casquets fahrendes Schiff unterliegt und welche Änderung durch die neue Maßnahme zu erwarten ist.

Formel für die Kollisionsrate *)

Die Kollisionsrate eines Schiffes λ_C , die definiert ist als Zahl von Kollisionen pro Zeiteinheit, kann wie folgt berechnet werden [5]:

$$\lambda_C = 2 \int_{\vartheta_A} \int_{V_A} \int_{\mathbb{M}} m_C \rho V_R f(V_A, \vartheta_A) f(m) p\{\text{Koll.}\} dm dV_A d\vartheta_A$$

Darin ist

- ρ die Verkehrsdichte,
- m_C der Passierabstand, dessen Unterschreitung eine Kollision bedeutet,
- V_R die Geschwindigkeit der Relativbewegung,
- $f(V_A, \vartheta_A)$ die statistische Verteilung für Geschwindigkeiten und Kurse,
- $f(m)$ die statistische Verteilung für die Passierabstände, wenn alle Schiffe ihre Geschwindigkeiten und Kurse beibehalten,
- $p\{\text{Koll.}\}$ die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Passierabstand kleiner wird als m_C .

Es ist

$$p\{\text{Koll.}\} = \int_0^{r_C} f(r_M) dr_M$$

wenn mit

- r_M der Abstand bezeichnet wird, bei dem in gefährlichen Situationen ausgewichen wird,
- $f(r_M)$ die statistische Verteilung für diese Abstände ist,
- r_C der Mindestwert für r_M , damit der Passierabstand mindestens gleich m_C gemacht werden kann.

Alle der genannten Größen bis auf m_C und r_C , ergeben sich aus den Kenndaten des Schiffsverkehrs. m_C und r_C müssen aus der Kinematik der Schiffsbewegungen gesondert ermittelt werden.

In der angegebenen Formel sind sowohl die Begegnungssituationen und Verkehrsgegebenheiten als auch die Manövrierfähigkeiten der Schiffe und Umsicht der Wachoffiziere erfaßt. Die Formel liefert die Kollisionsrate für ein einzelnes Schiff und nicht die Kollisionsrate für ein bestimmtes Seegebiet. Sie läßt sich allgemein deuten als "Rate der Begegnungen mit Passierabstand kleiner als m_C ". Wird z.B. mit m_C der Passierabstand definiert, bei dessen

*) Ein numerisches Beispiel für die Berechnung der Kollisionsrate ist in / 9 / gegeben.

Unterschreitung die Begegnung als gefährlich zu betrachten ist, so kann die "Rate von gefährlichen Begegnungen" ermittelt werden. Welchen Wert für m_C man auch einsetzt, man erhält jeweils eine Zahl für λ_C , die als Maß für die Sicherheit des Schiffes unter den gegebenen Umständen benutzt werden kann.

Die Berechnung der Kollisionsrate wird unter folgenden Voraussetzungen durchgeführt:

1. Der Wert für m_C wird als unabhängig von Verkehrs- und Begegnungssituation angenommen.
2. Verkehrsdichte und Verteilung von Geschwindigkeiten und Kursen sind zeitlich und räumlich konstant.
3. Das "andere" Schiff behält immer seine Fahrt und seinen Kurs bei. Es liegt nur in der Hand des "eigenen" Schiffes, eine Kollision zu vermeiden.
4. Das "eigene" Schiff weicht aus, indem es bei konstanter Geschwindigkeit augenblicklich nach links oder nach rechts abdreht, dabei eine Kreisbahn beschreibend. (Ein technisches Versagen, wie Ausfall des Ruders oder der Maschine, sei zunächst ausgeschlossen. In der Tat weisen die Statistiken nur einen sehr geringen Prozentsatz der Kollisionen aus, die darauf zurückzuführen sind.)
5. Der Abstand, bei dem manövriert wird, kann für alle Verkehrs- und Begegnungssituationen und für alle Schiffstypen durch eine Verteilung beschrieben werden. Diese Verteilung ergibt sich aus einer früheren Untersuchung [5, 6].

Diese Annahmen dienen nur der Vereinfachung der Berechnung und sind zulässig, sofern man weniger ein absolutes als ein relatives Maß für die Sicherheit zu finden beabsichtigt.

Ist die Kollisionsrate erst einmal berechnet worden, so kann unter bestimmten Voraussetzungen die "Wahrscheinlichkeit, daß in der Zeit t eine Kollision stattfindet", mit

$$1 - e^{-\lambda_0 t}$$

und die "Wahrscheinlichkeit eines kollisionsfreien Betriebes in der Zeit t (d.h. die "Sicherheit"), mit

$$e^{-\lambda_0 t}$$

angegeben werden.

Verkehrsmessungen

Um signifikante Daten für den Schiffsverkehr zu erhalten, werden Verkehrsmessungen durchgeführt. Für das Gebiet zwischen Ushant und Casquets sind von Bord der "Tokio Express" aus Messungen durchgeführt.

Im Gebiet zwischen Ushant und Casquets besteht keine Vorschrift für die Benutzung bestimmter Fahrwege. Die meisten Schiffe nehmen aber nach Verlassen des einen Verkehrstrennungsgebietes direkten Kurs auf das andere, so daß eine Verkehrstrennung sich "von selbst" einstellt. Als Bezugsfläche für unsere Betrachtungen führen wir eine "Kontrollfläche" ein. Die Kontrollfläche ist ein langgestrecktes, rechteckiges Gebiet an beiden Seiten der Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der bestehenden Verkehrstrennungsgebiete bei Ushant und Casquets. Diese Verbindungslinie erstreckt sich von $48^{\circ}34'N$, $5^{\circ}19'W$ bis $49^{\circ}50'N$, $2^{\circ}25'W$. Die nördliche Kontrollfläche ist der 5-Seemeilen weite Streifen nördlich dieser Linie, die südliche Kontrollfläche der 5-Seemeilen weite Streifen südlich von ihr. Die nördliche Kontrollfläche deckt den SW gehenden, die südliche Kontrollfläche den NO gehenden Verkehr ab.

Die Kontrollfläche ist insgesamt also 10 Seemeilen breit und erfaßt den gesamten, durch die Verkehrstrennungsgebiete Ushant und Casquets gehenden Verkehr. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, gehen 89% des Verkehrs nach Nordosten und nach Südwesten durch diese Kontrollfläche.

Die Messungen fanden an drei verschiedenen Tagen statt.

Messung I : Samstag, 28.2.1976, 1.00 - 7.40 Uhr, gute Sicht.

Messung II : Sonntag, 25.4.1976, 7.00-13.00 Uhr, gute Sicht.

Messung III: Freitag, 2.7.1976, 13.30-20.00 Uhr, mäßige Sicht.

Erfaßt sind alle Fahrzeuge innerhalb der Kontrollfläche und auch außerhalb bis auf eine bestimmte Entfernung. Fischerei- und Vergnügungsfahrzeuge wurden ausgeklammert. Gemessen bzw. ausgewertet wurden Typ, Position, Kurs und Geschwindigkeit jedes Fahrzeuges.

Meßergebnisse

Positionen der Schiffe

Abb. 5 zeigt die Verteilung der Ost-West und West-Ost gehenden Schiffe im Gebiet zwischen den Verkehrstrennungsgebieten Ushant und Casquets quer zur Verbindungslinie der Verkehrstrennungsmittelpunkte. Erfasst wurden alle Fahrzeuge (ausgenommen Fischer und Vergnügungsfahrzeuge) bis 21 sm nördlich und 7 sm südlich dieser Linie. Die Kontrollfläche wurde so gewählt, daß sie die Hauptverkehrsströme zwischen Ushant und Casquets voll überdeckt. Aus der Abbildung ergibt sich die in Tab. 1 angegebene Verteilung.

Man erkennt folgendes:

1. Ein nicht zu vernachlässigender Prozentsatz von Fahrzeugen steuert nördlich der bestehenden Verkehrstrennungsgebiete bei Ushant und Casquets.

Genauere Untersuchungen ergaben, daß diese Fahrzeuge (hauptsächlich Tanker und Containerschiffe) von südenglischen Häfen (Southampton, Lyme Bay) kamen oder dorthin liefen und südlich von Ushant erst in den Verkehrsstrom einfädelten bzw. bereits den Verkehrsstrom verließen. Offensichtlich vermieden viele der vom Süden kommenden und für südenglische Häfen bestimmten Fahrzeuge es, den Verkehr zwischen Ushant und Casquets zu kreuzen, und nahmen dabei einen kleinen Umweg in Kauf. Ob sie das auch noch tun werden, wenn die Verkehrstrennungsgebiete nicht unbeträchtlich nach Norden verlegt werden, ist fraglich.

2. Innerhalb der Kontrollflächen ist mit Gegenverkehr zu rechnen. Die Zahl der "Geisterfahrer" ist nach unseren Untersuchungen jedoch verhältnismäßig klein. Sie ist rund 4% in der nördlichen Kontrollfläche und rund 6% in der südlichen Kontrollfläche. Der Durchsatz in der nördlichen Kontrollfläche beträgt 80 Schiffe und in der südlichen Kontrollfläche 50 Schiffe pro Tag. Der verhältnismäßig große Unterschied ist wahrscheinlich durch Unausgeglichenheit der Zeitpunkte der Messungen bedingt und daher nicht ganz repräsentativ. Ein Gesamtdurchsatz von annähernd 130 pro Tag wird aber auch in [10] angegeben, wobei allerdings die Hälfte auf jede der Verkehrsrichtungen entfällt.

Kurse und Geschwindigkeiten

Weitaus der größte Teil (über 70%) der innerhalb der Kontrollflächen beobachteten Schiffe hatte einen Kurs parallel oder annähernd parallel zur Verbindungslinie der Mittelpunkte der Verkehrstrennungsgebiete Ushant und Casquets. Der kreuzende Verkehr wird hauptsächlich gebildet durch Schiffe, die vom Süden kommen und für südenglische Häfen bestimmt sind sowie durch Fährschiffe, die Frankreich und die Kanalinseln mit England verbinden.

Sein Anteil schwankt stark im Laufe des Tages. Es ist daher zweckmäßig, die Untersuchung aufzuspalten in einen "günstigsten" Fall, bei dem kein kreuzender Verkehr vorhanden ist und einen "ungünstigsten" Fall, bei dem die höchste Zahl von kreuzenden Fahrzeugen auftritt. Tab. 2 zeigt die Verteilung für Kurs und Geschwindigkeit im ersteren und Tab. 3a-3b die Verteilung im letzteren Fall.

In Tab. 4 sind die Mittelwerte für die Geschwindigkeiten der SW und NO gehenden Fahrzeuge in den einzelnen Gebieten zusammengestellt. Man stellt eine größere mittlere Geschwindigkeit für die SW gehenden Fahrzeuge fest. Dieses kann unter Umständen auf die Tidenstromverhältnisse während der Meßzeiträume zurückzuführen sein, ist jedoch nicht weiter untersucht worden. Die Verkehrsdichte betrug während der Messungen im Mittel 0.047 sm^{-2} in der nördlichen Kontrollfläche und 0.035 sm^{-2} in der südlichen.

Typ der Schiffe

Von den innerhalb der Kontrollflächen fahrenden Fahrzeugen wurden 60% als Trockenfrachter und 12% als Tanker identifiziert. Dieses Ergebnis stimmt ungefähr mit den Angaben in [10] überein. Über die übrigen registrierten Fahrzeuge existieren keine näheren Angaben.

Kollisionsrate beim gegenwärtigen Verkehrsablauf

Die Kollisionsrate kann zur Beurteilung der Sicherheit des Seegebietes zwischen Ushant und Casquets benutzt werden. Sie wird berechnet für zwei Schiffe (deren Daten in Tab. 5 angegeben sind), die Reisen durch das Gebiet in SW- und NO-Richtung machen, und zwar einmal bei

Fehlen von kreuzenden Fahrzeugen und ein andermal bei maximaler Zahl derselben. Eine Kollision wird als stattgefunden angenommen, wenn der Passierabstand geringer ist als 150 m. Die Ergebnisse sind in Tab. 6 zusammengestellt.

Neben der Kollisionsrate ist auch ihr Reziprokwert mit angegeben. Der Reziprokwert gibt die mittlere Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kollisionen an.

Die Kollisionsrate ist stark von der statistischen Verteilung von Kurs und Geschwindigkeit abhängig. In unserem Beispiel haben die in NO-Richtung fahrenden Schiffe eine höhere Kollisionsrate als die in SW-Richtung fahrenden, obwohl die zugehörige Verkehrsdichte kleiner ist. Ferner hat das schnellere Schiff mit dem kleineren Drehkreis einmal eine höhere, und ein andermal eine niedrigere Kollisionsrate als das langsamere Schiff mit dem größeren Drehkreis. Diese Beispiele machen deutlich, daß man die Kollisionsrate nicht schätzen kann, sondern für jeden einzelnen Fall berechnen muß. Die Tabelle zeigt auch, daß das Vorhandensein von kreuzenden Fahrzeugen im Fahrgebiet die Kollisionsrate deutlich erhöht. Man darf generell annehmen, daß die Beseitigung von kreuzenden Kursen in einem Richtungsfahrgebiet eine wirksame Maßnahme zur Reduzierung von Kollisionen ist.

Die Kollisionsrate ist eine sehr kleine Zahl. Sie bewegt sich in unserem Beispiel zwischen $0.58 \cdot 10^{-5}$ und $2.76 \cdot 10^{-5} \text{ h}^{-1}$ entsprechend einer mittleren Zeit zwischen zwei Kollisionen von 19.7 bzw. 4.1 Jahren. Bei einer Fahrzeit von höchstens 10 Stunden (die Distanz zwischen den Verkehrstrennungsgebieten Ushant und Casquets beträgt rund 130 Seemeilen) ist die Sicherheit gegen eine Kollision jeweils größer als 99.9%.

Kollisionsrate nach Inkrafttreten der neuen
Verkehrsregelung

Nach der neuen Regelung nehmen die Verkehrstrennungsgebiete Ushant und Casquets viel größere Räume ein als bisher. Die Folge könnte sein, daß zahlreiche Schiffe, die bisher die Verkehrstrennungsgebiete mieden, nunmehr innerhalb derselben fahren. Ferner wird den NO gehenden Tankern empfohlen, gemeinsam mit den von Bishop Rocks kommenden Schiffen den SW Verkehr kurz vor Casquets zu kreuzen (siehe Abb. 6).

Die Verbreiterung der Trennungszonen wird sicher dazu beitragen, die Zahl der Fälle, bei denen man irrtümlich auf die Gegenfahrbahn gerät, zu reduzieren. Wir stellten aber bereits einen niedrigen Prozentsatz von "Geisterfahrern" mit der jetzigen Regelung fest, so daß eine weitere Reduzierung nicht besonders ins Gewicht fallen wird. Jene Schiffe, die vorsätzlich die Gegenfahrbahn benutzen, werden sich auch nicht durch breitere Trennungszonen davon abhalten lassen.

Ob eine Verbreiterung eines Fahrweges auf offener See bei gleichem Schiffsdurchsatz auch eine Verminderung der Schiffsdichte mit sich bringt, muß abgewartet werden. Unsere Untersuchungen sprechen jedoch dagegen, daß Schiffe die verfügbare Fläche homogen ausfüllen. Schließlich sind sie nicht wie Gasmoleküle, die ziellos umherfliegen, sondern haben einen Zielhafen, den sie auf dem kürzesten Weg zu erreichen suchen.

Ein kritisches Gebiet wird jenes westlich von Casquets sein, wo sowohl vom Süden kommende und für südeingliche Häfen bestimmte Schiffe als auch Tanker und von Bishop Rocks kommende Fahrzeuge den SW Verkehr

kreuzen (siehe Abb. 7). Wir untersuchen dieses Gebiet näher und berechnen die Kollisionsrate für dieselben zwei Schiffe bei Fahrt in SW-Richtung.

Es wird angenommen, daß zu der jetzt bestehenden Verkehrssituation zusätzlich eine Anzahl von Schiffen den SW-Fahrweg in östlicher und in nördlicher Richtung kreuzt. Die Zahl dieser Schiffe ergibt sich aus der Annahme, daß ein großer Teil der Tanker für Nordseehäfen bestimmt ist und daß einige der sonstigen Schiffe, die vorher das Verkehrstrennungsgebiet Ushant umfahren und für südenglische Häfen bestimmt sind, jetzt den neuen NO-Einbahnweg benutzen. Die zu erwartende Verteilung von Kurs und Geschwindigkeit auf dem neuen SW-Einbahnweg ist in Tab. 7 angegeben. Diese Verteilung stellt wiederum den ungünstigsten Fall dar, bei dem die höchste Zahl von kreuzenden Fahrzeugen auftritt. Ein Vergleich mit Tab. 3a zeigt, daß die Anteile der Schiffe mit Kursen zwischen 0 und 20° und zwischen 70 und 90° sich ungefähr verdoppelt haben. Die Kollisionsrate für unsere durch dieses Gebiet fahrenden und SW gehenden Schiffe ist in Tab. 8 angegeben. Die Kollisionsrate hat sich deutlich erhöht, insbesondere für Schiff A. Es sei aber auch betont, daß sie immer noch sehr klein ist. Die Erwartung jedoch, daß durch die neue Regelung die Kollisionsrate sich verringern wird, kann zumindest für den SW-Fahrweg nicht geteilt werden.

Brennstoffmehrverbrauch für Tanker

Die neue Regelung bringt für in NO-Richtung fahrende Tanker einen um rund 44 sm längeren Seeweg mit sich. Der dabei anfallende Mehrverbrauch an Brennstoff bei

verschiedenen Geschwindigkeiten und für verschiedene Schiffsgrößen ist in Tab. 9 angegeben. Diese Werte wurden überschläglich ermittelt und gelten jeweils für eine Reise in NO-Richtung. Demnach wird ein Tanker der "Lagena"-Klasse für eine Durchfahrt etwa 30 bis 35 t Öl mehr benötigen. Bei einem Kosten-/Nutzen-Vergleich der bestehenden und der ab 1.1.1979 geltenden Regelungen ergibt sich für den Reeder von Tankschiffen zunächst ein erhöhtes Kollisionsrisiko zum Preis eines erhöhten Treibstoffverbrauchs. Ob dem ein gesamtwirtschaftlicher Nutzen gegenübersteht, ist vorausschauend nicht zweifelsfrei glaubhaft zu machen.

Folgerungen

Vom Standpunkt der Sicherheit gegen Kollisionen kann die jetzige Regelung als ausreichend sicher und die neu vorgesehene Maßnahme als nicht erforderlich, ja teilweise sogar als schädlich betrachtet werden. Hauptgrund für die neue Regelung scheint aber nicht die Vermeidung von Kollisionen zwischen manövrierfähigen Schiffen (aktiver Kollisionsschutz) zu sein, sondern das Bemühen, im Falle eines eingetretenen "Unfalles" (Kollision, aber auch Ausfall des Ruders oder der Maschine oder Auslaufen aus dem vorgeschriebenen Fahrweg) größeres Unheil zu vermeiden. Ob aber unter diesem Gesichtspunkt die vorgesehene Maßnahme nicht nur Stückwerk bleibt, wenn nicht der Ärmelkanal mit seinen Verkehrsströmen als Ganzes betrachtet wird, sei in Frage gestellt.

Ausblick

Das untersuchte und beschriebene Beispiel zeigt, daß die Auswirkungen geplanter verkehrsordnender Maßnahmen in Anbetracht der komplizierten Zusammenhänge nicht vorausschauend geschätzt werden können, sondern anhand hinlänglich umfangreicher Verkehrszählungen berechnet werden müssen, wenn unerwünschte Effekte weitestgehend vermieden werden sollen.

Die Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens wurden in diesem Bericht aufgezeigt. Die Zuverlässigkeit der Prognosen kann vor allem durch eine gezieltere Gewinnung umfangreicheren Datenmaterials erheblich gesteigert werden, ohne daß grundsätzliche Modifikationen der Methode erforderlich wären. Besonders nützlich wäre für den Bereich der Schifffahrtswege vor den deutschen Küsten die Errichtung einer Datenbank mit stichprobenweise gewonnenen Verkehrszählungen in regelmäßigen Zeitabständen. Die Auswertung der zunächst auf billigem Datenträger abgelegten Materialien würde den Gesetzgeber oder die Verwaltung im Bedarfsfall in kurzer Frist mit zuverlässigen Prognosen über die voraussichtlichen Auswirkungen geplanter Maßnahmen oder mit Vorschlägen für die unter der jeweiligen Zielsetzung bestgeeignete Maßnahme unter Berücksichtigung möglicher Nebenwirkungen ausstatten. Die Kosten einer solchen Maßnahme wären vernachlässigbar klein im Vergleich zu dem zu erwartenden Sicherheitseffekt.

Schrifttum:

- [1] Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (Herausg.): Der Mangel an Forschungsmitteln für die zivile Schifffahrt, Denkschrift, Düsseldorf, Juli 1973
- [2] Forschungszentrum des Deutschen Schiffbaus: Technologische Entwicklungslinien der Transportsysteme zu Wasser, Studie, Hamburg 1974
- [3] Krappinger, O.: Die Kollisionsrate als Element des Systemansatzes im Schiffbau, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg, Bericht Nr. 289 (1972)
- [4] Kwik, K.H. und Stecher, W.: Sea Traffic Recordings from the English Channel up to the Persian Gulf, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg, Schrift Nr. 2271 (1976)
- [5] Kwik, K.H. und Stecher, W.: Erfassung von Kenndaten für die Sicherheit von Schiffen im Seeverkehr, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Band 70, 1976, p. 353 - 371
- [6] Kwik, K.H. und Stecher, W.: An Investigation of Marine Traffic in South-East Asian Waters and in the Caribbean, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg, Bericht Nr. 368 (1978)

- [7] Journal de la Marine Marchande et de la Navigation Aérienne.
Paris, 27 April 1978, p. 944-947
- [8] Nautical Review: Environmental protection and Channel routeing, London, July 1978, p. 41-44
- [9] Kwik, K.H.: Numerisches Beispiel für die Berechnung der Kollisionsrate.
Schiff & Hafen/Kommandobrücke, 30. Jahrgang, 1978, p. 870-873
- [10] National Maritime Institute: Study of marine traffic in the English Channel - June 1977, Feltham, June 1978, Report NMI R42

	Prozente vom SW-Verkehr	Prozente vom NO-Verkehr
außerhalb Kontrollfläche, nördlich davon	14.5	8.8
innerhalb nördlicher Kontrollfläche	82.2	4.4
innerhalb südlicher Kontrollfläche	3.3	82.4
außerhalb Kontrollfläche, südlich davon	0	4.4

Tab. 1 Verteilung der SW und NO gehenden Schiffe im Gebiet zwischen Ushant und Casquets

Kurs $\pm 10^\circ$	nördliche Kontrollfläche			südliche Kontrollfläche		
	60°	240°	Summe	60°	240°	Summe
Geschwindigkeit [kn]						
5 - 7	0.0078	0.0078	0.0156	0.0462	0.0154	0.0616
7 - 9		0.0312	0.0312	0.1385		0.1385
9 - 11		0.0625	0.0625	0.2461		0.2461
11 - 13	0.0156	0.2110	0.2266	0.2000	0.0308	0.2308
13 - 15	0.0078	0.2110	0.2188	0.1846	0.0308	0.2154
15 - 17		0.3203	0.3203	0.0308		0.0308
17 - 19		0.0938	0.0938	0.0615		0.0615
19 - 21		0.0234	0.0234	0.0154		0.0154
21 - 23		0.0078	0.0078			
Summe	0.0312	0.9688	1	0.9230	0.0770	1

Tab. 2 Verteilung für Kurs und Geschwindigkeit bei Fehlen eines kreuzenden Verkehrs

Kurs $\pm 10^\circ$	10°	60°	80°	100°	170°	220°	240°	260°	280°	350°	Summe
Geschwindigkeit [kn]											
5 - 7		0.0059					0.0059			0.0118	0.0235
7 - 9	0.0118		0.0118	0.0118			0.0235				0.0588
9 - 11			0.0235	0.0118			0.0471		0.0235		0.1059
11 - 13	0.0118	0.0118		0.0118			0.1588	0.0118		0.0118	0.2176
13 - 15		0.0059					0.1588	0.0235	0.0118		0.2000
15 - 17					0.0118		0.2412				0.2530
17 - 19						0.0118	0.0706	0.0235	0.0118		0.1176
19 - 21							0.0176				0.0176
21 - 23							0.0059				0.0059
Summe	0.0235	0.0235	0.0353	0.0353	0.0118	0.0118	0.7294	0.0588	0.0470	0.0235	1

Tab. 3a Verteilung für Kurs und Geschwindigkeit bei höchster Zahl kreuzender Schiffe -
nördliche Kontrollfläche

Kurs $\pm 10^\circ$	10°	60°	80°	100°	170°	220°	240°	260°	280°	350°	Summe
Geschwindigkeit [kn]											
5 - 7		0.0349					0.0116			0.0116	0.0581
7 - 9	0.0116	0.1047	0.0116	0.0116							0.1396
9 - 11		0.1860	0.0232	0.0116					0.0116		0.2325
11 - 13	0.0116	0.1512		0.0116			0.0232	0.0116		0.0116	0.2210
13 - 15		0.1395					0.0232	0.0232	0.0116		0.1976
15 - 17		0.0349			0.0116						0.0465
17 - 19		0.0465				0.0116		0.0232	0.0116		0.0929
19 - 21		0.0116									0.0116
Summe	0.0232	0.7093	0.0349	0.0349	0.0116	0.0116	0.0581	0.0581	0.0349	0.0232	1

Tab. 3b Verteilung für Kurs und Geschwindigkeit bei höchster Zahl kreuzender Schiffe -
südliche Kontrollfläche

	\bar{v}_A in SW-Richtung [kn]	\bar{v}_A in NO-Richtung [kn]
außerhalb Kontrollfläche, nördlich davon	14.8	10.9
in nördl. Kontrollfläche	14.2	10.6
in südl. Kontrollfläche	11.7	11.8
außerhalb Kontrollfläche, südlich davon	--	11.1

Tab. 4 Mittelwerte der Geschwindigkeiten

	Länge [m]	Geschwindigkeit [kn]	Drehkreis- radius [m]
Schiff A (z.B. Tanker)	320	14	500
Schiff B (z.B. Containerschiff)	220	22	350

Tab. 5 Daten der Schiffe, für die die Kollisionsrate berechnet wird

		kein kreuzender Verkehr		bei höchster Zahl kreuzender Schiffe	
		$\lambda_C \cdot 10^5$ [h ⁻¹]	λ_C^{-1} [Jahre]	$\lambda_C \cdot 10^5$ [h ⁻¹]	λ_C^{-1} [Jahre]
SW gehend	Schiff A	0.578	19.7	1.792	6.4
	Schiff B	0.749	15.2	1.518	7.5
NO gehend	Schiff A	1.026	11.1	2.755	4.1
	Schiff B	1.071	10.7	1.956	5.8

Tab. 6 Kollisionsrate für diverse Umstände

Kurs $\pm 10^\circ$	10°	60°	80°	100°	170°	220°	240°	260°	280°	350°	Summe
Geschwindigkeit [kn]											
5 - 7		0.0055					0.0055			0.0110	0.0220
7 - 9	0.0110		0.0110	0.0110			0.0220				0.0549
9 - 11			0.0220	0.0110			0.0440		0.0220		0.0989
11 - 13	0.0220	0.0110	0.0110	0.0110			0.1483	0.0110		0.0110	0.2252
13 - 15	0.0110	0.0055	0.0110				0.1483	0.0220	0.0110		0.2087
15 - 17	0.0110		0.0110		0.0110		0.2253				0.2583
17 - 19						0.0110	0.0659	0.0220	0.0110		0.1099
19 - 21							0.0165				0.0165
21 - 23							0.0055				0.0055
Summe	0.0549	0.0220	0.0659	0.0330	0.0110	0.0110	0.6813	0.0549	0.0440	0.0220	1

Tab. 7 Zu erwartende Verteilung von Kurs und Geschwindigkeit auf dem SW-Fahrweg westlich des Verkehrstrennungsgebietes Casquetis nach Inkrafttreten der neuen Regelung

		$\lambda_C \cdot 10^5$ [h ⁻¹]	λ_C^{-1} [Jahre]
SW gehend	Schiff A	3.054	3.7
	Schiff B	2.221	5.1

Tab. 8 Kollisionsrate nach Inkrafttreten der neuen
Regelung bei höchster Zahl von kreuzenden
Schiffen

tdw	14 kn	16 kn
100 000	11.3 t	16.5 t
300 000	19.8 t	32.2 t
500 000	28.3 t	41.3 t

Tab. 9 Brennstoffmehrverbrauch für Tanker

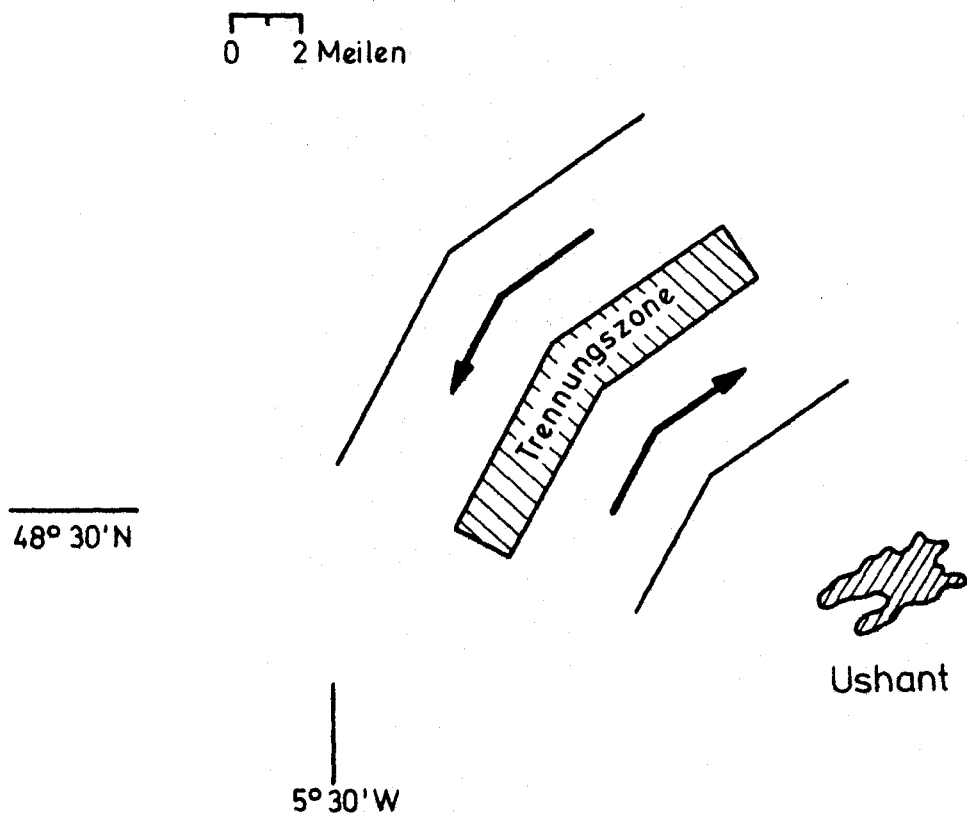


Abb. 1

Die bestehende Verkehrstrennung vor Ushant

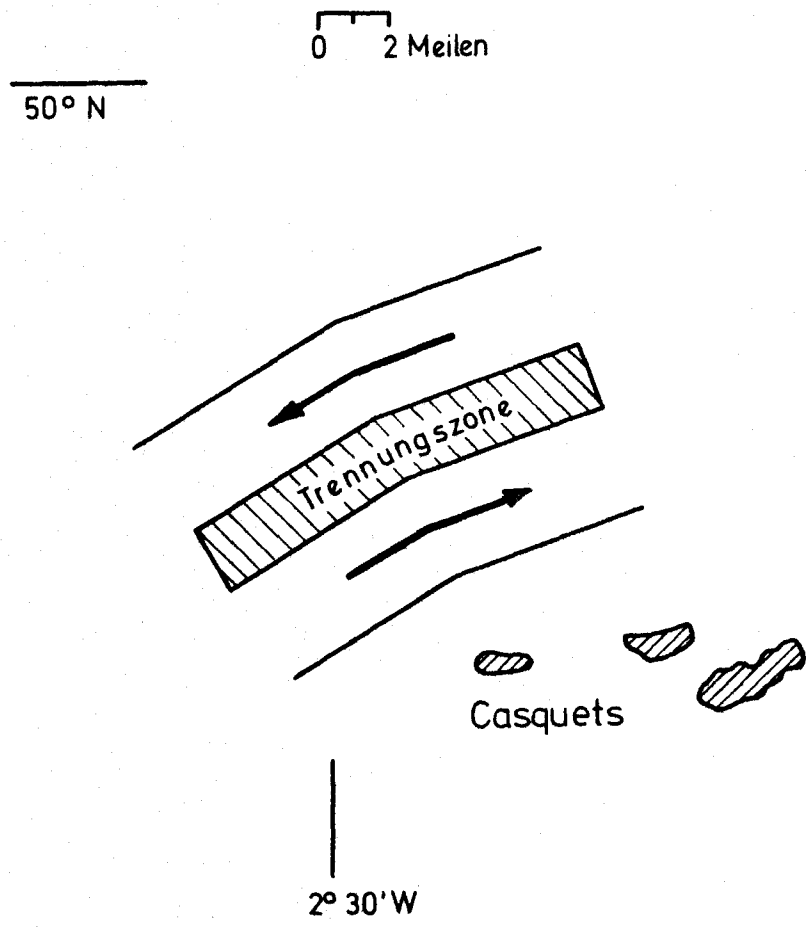


Abb. 2

Die bestehende Verkehrstrennung vor den Casquets

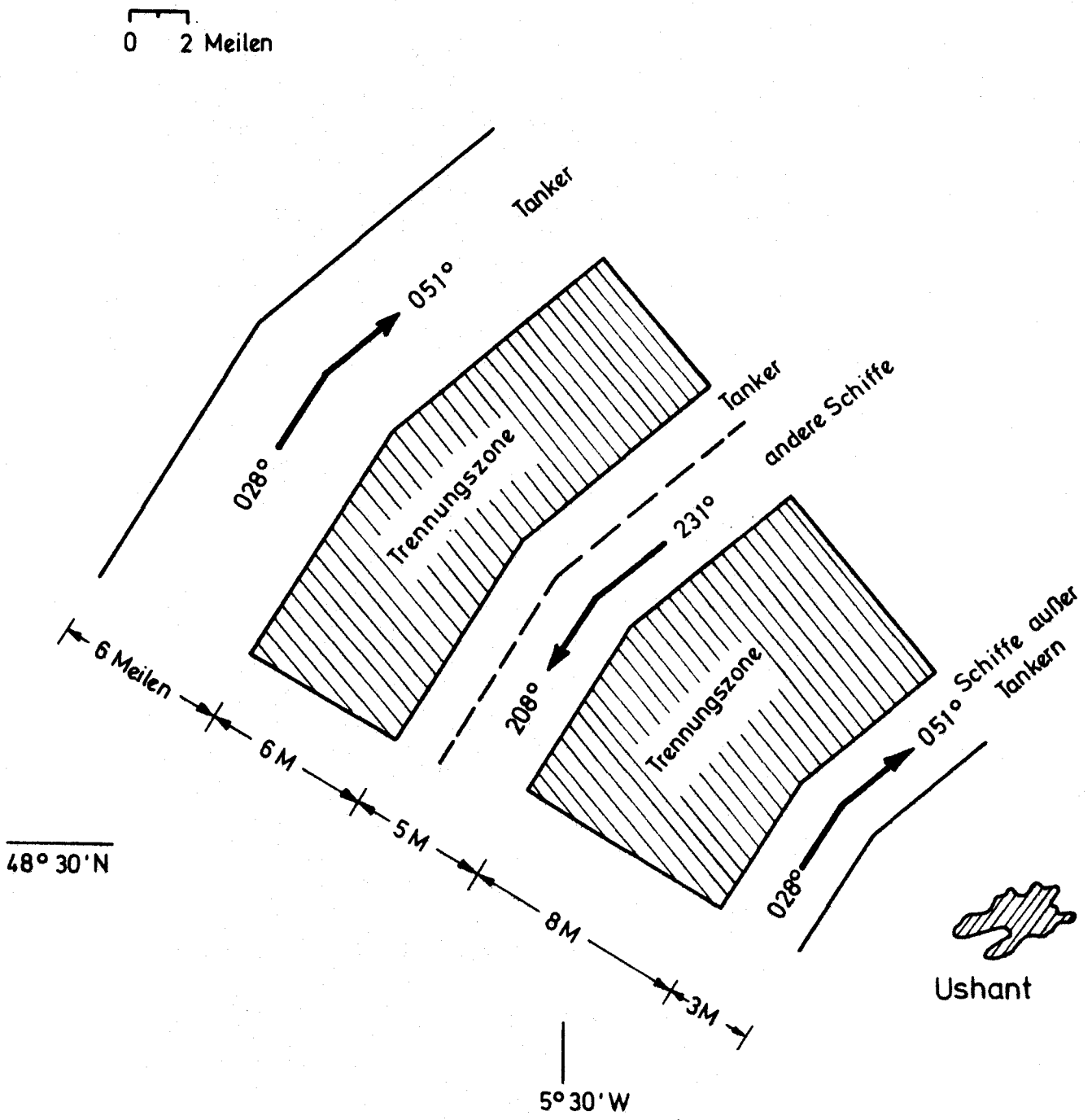


Abb. 3

Ab 1979 gültige Verkehrstrennung vor Ushant

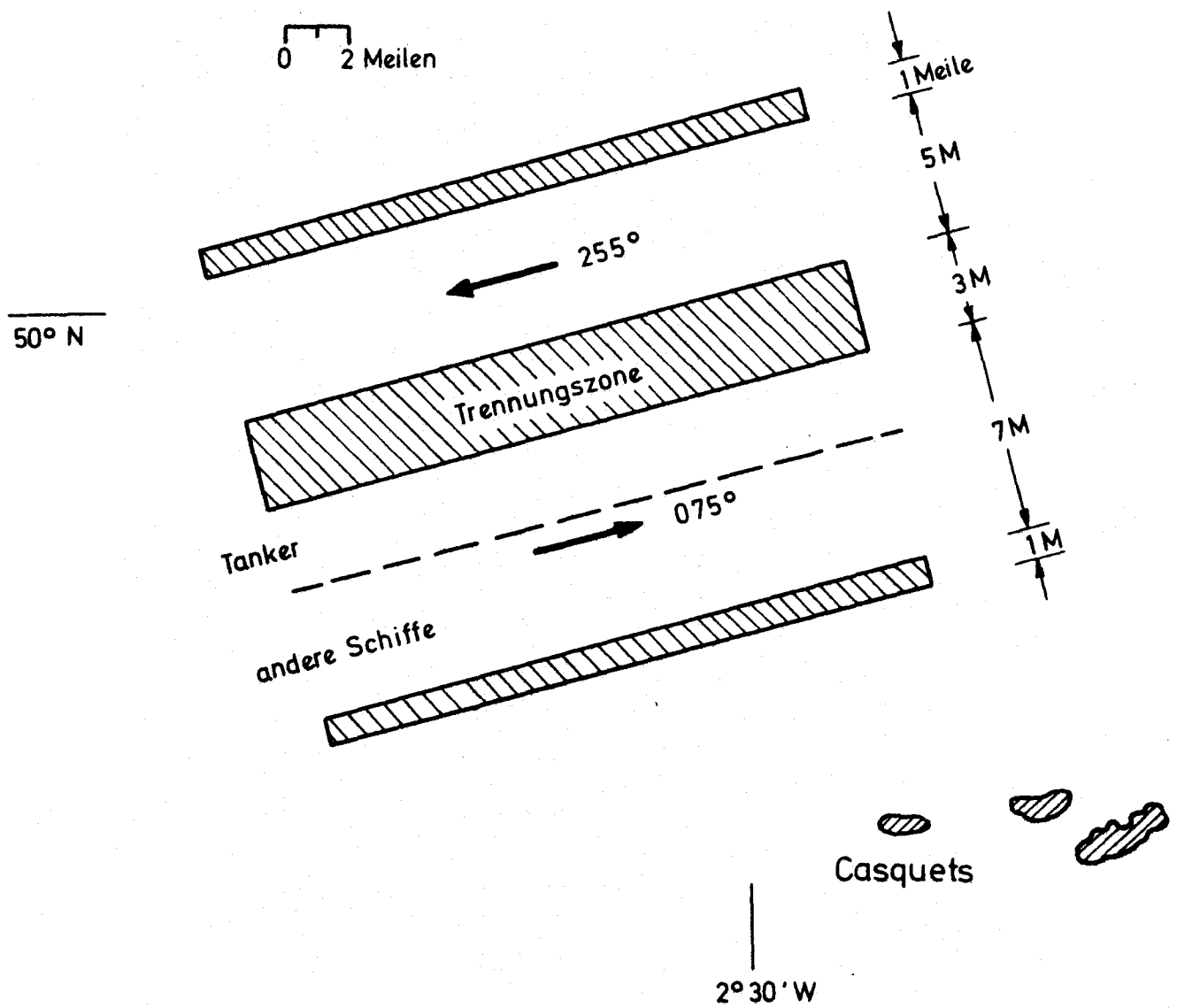


Abb. 4

Ab 1979 gültige Verkehrstrennung vor den Casquets

% vom SW - Verkehr % vom NO - Verkehr

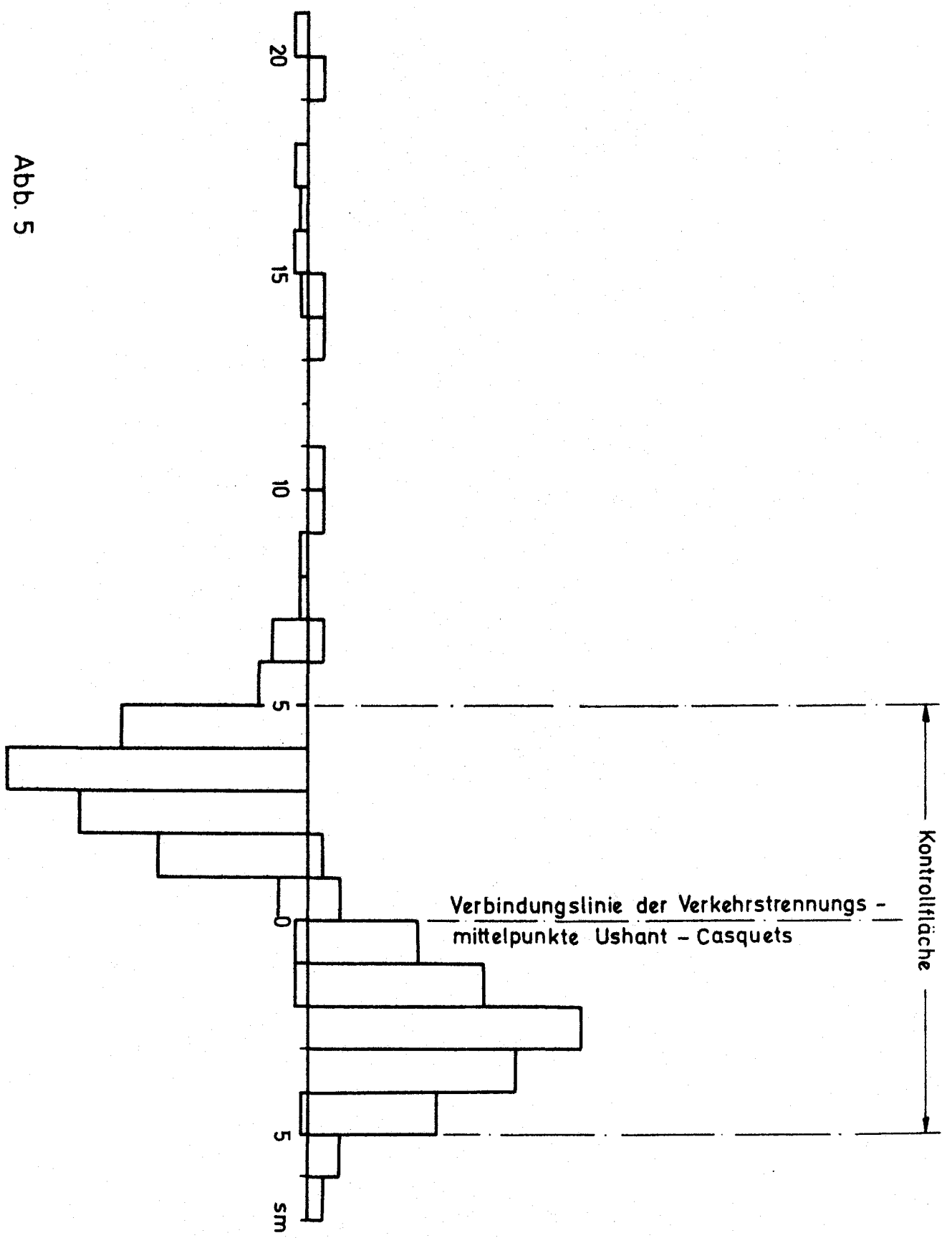
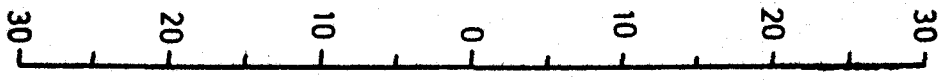


Abb. 5
Schiffsverteilung quer zur Linie Ushant - Casquets

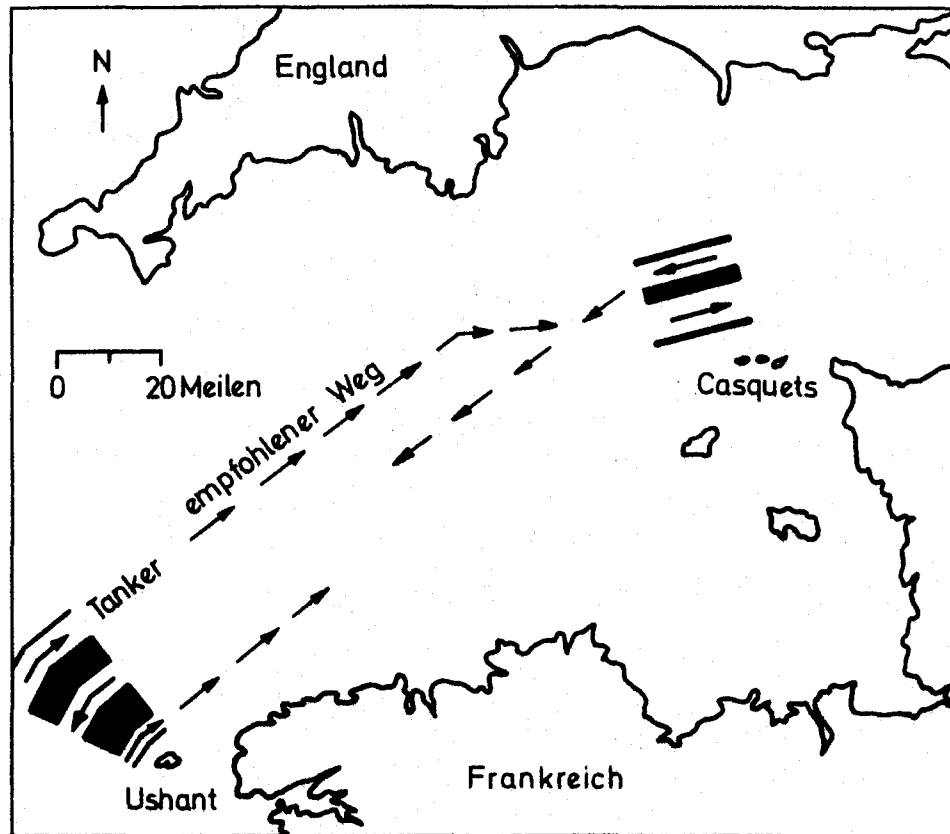


Abb. 6

Regelung des Verkehrs zwischen Ushant und Casquets ab 1979

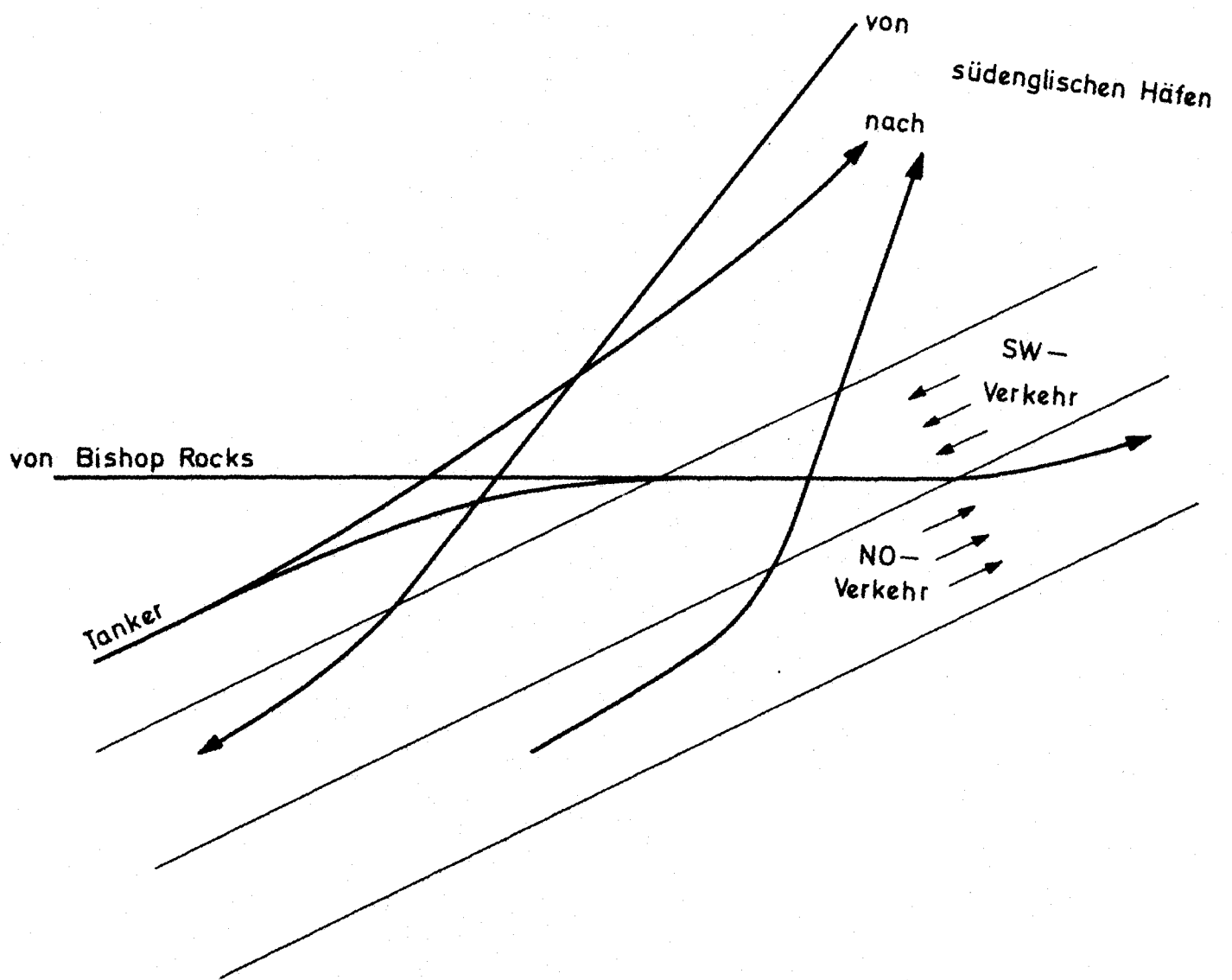


Abb . 7
 Möglicher Verkehrsablauf westlich von Casquets
 nach Inkrafttreten der neuen Regelung