

434 | August 1983

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

B. Hampel

**Bestimmung des Manöverabstandes
für den Kurshaltepflichtigen zur
Vermeidung von
Nahbereichssituationen**

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

Bestimmung des Manöverabstandes für den Kurshaltepflichtigen zur Vermeidung von Nahbereichssituationen

B. Hampel , Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1983

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

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

Institut für Schiffbau der Universität Hamburg

Bestimmung des Manöverabstandes
für den Kurshaltepflichtigen
zur Vermeidung von Nahbereichssituationen

von

B. Hampel

August 1983

Bericht Nr. 434

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung / <i>Summary</i>	1
1. Einleitung	2
1.1. Problemdarstellung	2
1.2. Manövergrenzen der SSO	3
1.3. Bewertung der Manövergrenzen	5
1.4. Beurteilung der Manöversituation	8
1.5. Aufgabenstellung	8
2. Bestimmung des Mindestmanöverabstandes	10
2.1. Lösungsvorstellung	10
2.2. Beschreibung der Systemkonstanten	11
2.2.1. Entschlußzeit	11
2.2.2. Ruderlegeswindigkeit	11
2.2.3. Beschreibung der beteiligten Schiffe	11
2.2.4. Abmessungen und Distanzen der manövrierenden Schiffe	12
2.2.5. Durchzuführende Manöver	13
2.2.6. Einzuhaltender Mindestabstand	13
2.2.7. Erfassung einer kritischen Annäherung (KA)	14
2.3. Rechenprogramm zur Bestimmung der Manöverabstände	15
2.3.0. Programmidee	15
2.3.1. Darstellung der Begegnungs- und Manöversituationen	16
3. Beschreibung der Manöverkurven	17
3.1. Manöverkurven bei einer bestimmten AR	17
3.1.1. Bestimmung des Mindestmanöverabstandes (MMA)	17
3.1.2. Definition von RO	17
3.1.3. Manöver bei Annäherungen in spitzen bzw. stumpfen Winkeln	17
3.1.4. Bewertung der Manöverkurven	18
3.2. MMA über den ganzen Horizont	18

	Seite
4. Vorhersage des Mindestmanöverabstandes	20
4.1. Allgemeines	20
4.2. Vorhersage des MMA, wenn AW <u>kein</u> Manöver durchführt	20
4.2.1. Darstellung der den MMA beeinflussenden Größen	21
4.2.2. Näherungsweise Bestimmung des Mindest- manöverabstandes für Steuerbordmanöver	22
4.2.3. Näherungsweise Bestimmung des Mindest- manöverabstandes für Backbordmanöver	22
4.3. Bestimmung des Manövrieraabstandes, wenn Gegner eigenes Manöver ausführt	24
4.3.1. Berücksichtigung der SSO	24
4.3.2. Simulierte Manöver	24
4.3.3. Bewertung des Mindestmanöverabstandes	25
4.3.4. Berücksichtigung der Manövriertfähigkeit (MF) des AW	27
4.4. Ergebnis	27
5. Anwendung im Bordbetrieb	29
5.1. Allgemeine Empfehlungen beim Manövrieren nach Regel 17.a.ii	29
5.2. Erstellung eines Entscheidungssystems für den Bordbetrieb	29
5.3. Erweiterung des Entscheidungssystems für Manöverkriterien	30
6. Anhang	32
6.1. Symbolverzeichnis	32
6.2. Literaturhinweise	33
6.3. Bilder	34
1 Darstellung der Manöverabstände	34
2 Erfassung von kritischen Annäherungen (dargestellt am vorausstabilisierten Radarbild)	35
3 Darstellung der Deckskonturen Beschreibung der Abstände	36
4 Positionierung vor Manöverbeginn	37
5 Bestimmung des RO	38
6 Beispiel: MA Bestimmung	38

	Seite
6.3. Bilder (Fortsetzung)	
7 Beispiel: Bestimmung des MA	39
8-25 Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeits- kombinationen und Manövermaßnahmen	40-51
26+27 Gegenüberstellung von berechneten und simulierten Mindestmanöverabstands- kurven	52,53
28 Gegenüberstellung Mindestmanöverab- standskurven, wenn AW auch manövriert	54
6.4. Programmlisting	55
6.5. Beschreibende Daten der Schiffe und Beispiel eines Ergebnisausdruckes	62

Zusammenfassung

Will bei einer Begegnung von Schiffen auf See der Kurshaltepflichtige eigene Maßnahmen entsprechend Regel 17 a II der Seestraßenordnung von 1972 ergreifen, so bedarf es einer eingehenden Beobachtung und Bewertung der aktuellen Situation. Um eine solche Situation beurteilen zu können, ist ein eindeutiges Bewertungsmaß erforderlich. Hier scheint sich als zweckmäßige Größe der Abstand anzubieten, bei dem der Kurshaltepflichtige dem Ausweichpflichtigen gerade noch ausweichen kann.

Mittels Simulation der Schiffsbewegung bei beliebiger Begegnungssituation zwischen zwei Schiffen wurde diese Distanz unter realistischer Abschätzung beeinflussender Größen ermittelt.

Die gemachten Berechnungen ergeben, daß diese Distanz allein von der aktuellen Begegnungssituation und den Manövereigenschaften des ausweichpflichtigen Schiffes abhängig ist. Wenn Verfolgungsfahrt ausgeschlossen wird, gilt dieses auch bei beliebigen Kursänderungsmanövern des Ausweichpflichtigen, wenn der Kurshaltepflichtige seine Manövermaßnahme entsprechend der Situation ändert.

Summary

When two vessels encounter at sea, and the stand-on-vessel wants to take action according to Rule 17 a II of the "Regulation For Preventing Collision at Sea, 1972", it is necessary to regard all circumstances of the actual situation. To judge such a situation a definite evaluation is required. It seems to be suitable, for this purpose, to determine the distance, which the stand-on-vessel just needs to evade the give-way-vessel.

Through the motion-simulation of the maneuvering ships during any encounter situation between two vessels, this distance was determined respecting the realistic values of affecting factors.

The made calculations show, that this distance is dependent on the momentary meeting-situation and the maneuvering capabilities of the stand-on-vessel only. Excluding any pursuit, the afore said is also valid for arbitrary course-altering maneuvers of the give-way-vessel, if the stand-on-vessel changes its own maneuvering-action corresponding to the situation.

1. Einleitung

1.1. Problemdarstellung

In der Seestraßenordnung (SSO) wird das Verhalten von Fahrzeugen auf hoher See festgelegt.

Mögen diese Regeln gut sein, so sind sie jedoch nur wirksam und sinnvoll wenn alle seefahrenden Teilnehmer, oder zumindest der bei einer Begegnungssituation als Ausweichpflichtiger* charakterisierte sie sinngemäß anwendet und befolgt.

Unterstellt man den an einer Begegnung beteiligten Schiffen bzw. den Schiffsführungen aus dem Vertrauensgrundsatz heraus, daß keiner dem andern vorsätzlich oder grobfahrlässig einen Schaden zufügen will, so zeigt die Praxis, daß die Verantwortlichen Begriffe wie: entschlossen und rechtzeitig, gute Seemannschaft, frühzeitig und wesentlich, usw. subjektiv sehr unterschiedlich auslegen. Da bei Kollisionsgefahr ein Nichtgelingen des Ausweichsmanövers auch für den gewissenhaft verantwortlich Beteiligten oft unmittelbar lebensbedrohend scheint, können nicht rationale und damit leicht falsche und/oder halbherzige Maßnahmen die Situation undurchschaubarer und damit gefährdender machen, bzw. zu einer Katastrophe führen.

Es wäre wohl sinnvoll und wichtig den Schiffsführungen ein objektives, einfaches und sicheres Entscheidungsverfahren zur Verfügung zu stellen, daß die mögliche Gefahrensituation kennzeichnet und eine Manöverempfehlung ermöglicht. Unverständlich bleibt für viele direkt an der Seefahrt Beteiligten sowieso, daß da, um von möglichen Menschenleben und Umweltschäden gar nicht zu sprechen, Werte von vielen Millionen DM, die im großen und ganzen mehr oder weniger streng nach

* Der Ausweichpflichtige (gemäß SSO) wird hier auch als Ausweichverpflichteter bezeichnet. Gleiches gilt beim Kurshaltepflichtigen.

betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten eingesetzt werden, in momentanen existenzgefährdenden Situationen aber lediglich von den "erfahrungsbedingten" Entscheidungen eines untergeordneten Einzelnen abhängen, der oft nicht mal Kenntnis über die Größen Quer- und Längsversetzung seines eigenen Schiffes bei einem Hart-Rudermanöver hat.

1.2. Manövergrenzen der SSO

Als Manövergrenze soll im folgenden der Abstand verstanden werden, bei dem sich die Pflichten und Rechte zweier Fahrzeuge ändern, die sich auf eine Nahbereichssituation bzw. Kollision (kritische Annäherung=KA) hinbewegen.

Da auf hoher See die Maßnahmen zur Vermeidung einer KA vornehmlich aus Kursänderungen bestehen, sollen auch des weiteren unter Manöver immer nur Kursänderungen betrachtet werden, die zwar in ihrer Folge auch Fahrtänderungen haben können, jedoch ist diese Änderung der Geschwindigkeit nicht Zweck oder Sinn des Manövers, sondern sie ergibt sich einzig aus den physikalischen Effekten.

Für eine Kursänderung als einziges Manöver lassen sich folgende Gründe anführen:

1. Sie sind unproblematisch, da die Rudermaschine auf See immer in Betrieb ist.
2. Kursänderungen können entschieden leichter sowohl optisch als auch im Radar erkannt werden als Fahrtminderungen.
3. Der übrige Schiffsbetrieb (ausser vielleicht bei extremen Schlechtwetterbedingungen), und davon besonders die Maschinenanlage wird bedeutend weniger belastet als durch Maschinenmanöver, die auch noch eventuelle unerwünschte Effekte wie z.B. Blackouts zur Folge haben können.

Werden auf See Objekte geortet, so ist von den einzelnen Schiffsführungen festzustellen, ob sich eine KA entwickelt, wenn die momentanen Kurse und Geschwindigkeiten der beteiligten Fahrzeuge konstant bleiben.

Scheint sich eine Nahbereichssituation zu entwickeln, so erfolgt eine Charakterisierung in Kurshaltepflichtigen (KH) oder Ausweichpflichtigen (AW). Dies gilt generell auch bei Fahrzeugen auf entgegengesetzten Kursen in Sicht von einander bzw. bei Annäherung bei verminderter Sicht, solange sie nicht in Sicht voneinander sind; nur daß dann jedes der sich an ein Objekt annähernde Fahrzeug ein AW ist.

Für den AW ist dann in Regel 16 und 19 die Manövergrenze definiert: frühzeitige und wesentliche Maßnahmen zu treffen um gut klar zu bleiben, wobei die Richtungen, in die Kurs geändert werden kann, (bedingt) eingeschränkt werden.

Als Manövergrenze I ergibt sich also ein Mindestabstand bei der mit einer deutlichen Kursänderung die sich entwickelnde KA eindeutig entschärft wird. Daraus folgt, die Maßnahme soll so rechtzeitig und deutlich erfolgen, daß sich der KH bzw. andere AW zu keiner Zeit objektiv oder subjektiv gefährdet fühlt.

Ein weiterer Manöverabstand II ergibt sich aus Regel 17.a.ii., dann wenn dem KH gestattet wird ein "Befreiendes Manöver" vorzunehmen, da klar ist, daß AW nicht die geeigneten Maßnahmen in Übereinstimmung mit der SSO ergreift. Diese Grenze wird also erreicht, wenn offensichtlich wird, das AW gegen die Regeln verstößt. Ein solcher Verstoß ist klar und einfach erkennbar, wenn AW z.B. ein Manöver durchführt, daß die KA noch verschärft. Handelt AW jedoch überhaupt nicht, kurz 'schläft' er, so kann diese Grenze unter

Berücksichtigung von Regel 8 als dann erreicht angesehen werden, wenn der KH sich durch ein alleiniges Manöver gerade noch unter Wahrung einer Sicherheitsmarge frei-manövrieren kann.

In mancher Literatur wird dieses Manöver als 'Manöver des vorletzten Augenblickes' bezeichnet. Dieses ist nach meiner Vorstellung weder eine kennzeichnende noch sinnvolle Bezeichnung; denn einmal soll es genau das Bestreben dieses Manövers sein, daß auf das 'Manöver des vorletzten Augenblickes'- aus der Terminologie heraus zwingend als unmittelbar folgend-zu erwartende 'Manöver des letzten Augenblickes' überflüssig zu machen; zum anderen soll dieses Manöver ein wohlüberlegtes Manöver sein, so das mit Sicherheit die Situation entschärft wird und nicht den Charakter des 'Rette sich wer kann' hat, den das Manöver des letzten Augenblickes beinhaltet.

Der dritte Manöverabstand III kann aus Regel 17(b) als die Entfernung bestimmt werden, die der AW benötigt um durch ein alleiniges Manöver den Zusammenstoß zu vermeiden. Im Zusammenhang mit Abschnitt a dieser Regel kann diese Situation eigentlich nur eintreten, wenn AW und KH gleichzeitig die Gefahr der Begegnung nicht erkannt haben.

1.3. Bewertung der Manövergrenzen

Es ist immer ein Manöver denkbar in dessen Folge das schnellere Schiff mit dem langsameren eine Kollision herbeiführen kann. Somit gibt es unter dieser allgemeinen Betrachtung für das langsamere Schiff keinen sicheren Manöverabstand. Dieser Fall der 'absichtlichen' Kollision soll hier jedoch ausgeschlossen werden.

Manöverabstand

Grundsätzlich ist auf hoher See trotz einer meist vernachlässigbaren Verkehrsdichte für jeden KH angenehm, daß der AW möglichst bald nach Orten und Erfassen der Begegnungssituation sein Ausweichsmanöver einleitet. Wesentlich ist zur Abstandsdefinierung dabei das subjektive Empfinden der Schiffsführungen über Art und Verhalten des Gegners. So ist es wohl empfehlenswert bei einer Begegnungssituation von großen Schiffen miteinander bzw. von beteiligten Schiffen bei verminderter Sicht, daß sich bis zu einem Mindestabstand von 5 sm die Maßnahmen erkennen lassen bzw. durchgeführt sind die es ermöglichen, daß der Gegner den eigenen Nahbereich (auch eine Größe die von Manöver zu Manöverfall neu zu definieren ist und auf hoher See wohl so bei 1 sm liegt) eindringt. Zwischen großem und kleinem Schiff, kann dieser Manöverabstand jedoch geringer sein, und es wird wohl allgemein noch als ausreichend angesehen, wenn sich bis zu einem Abstand von 2 sm die Situation geklärt hat, falls sie dem Kleineren als AW obliegen.

Manöverabstand

Dieser ist für KH erkennbar und gegeben entweder/und/oder

1. durch ein offensichtlich die Kollisionsgefahr vergrößernden Manövers des AW auf beliebigen Abstand.
2. als der Abstand, den KW gerade noch benötigt durch sein alleiniges Manöver eine Kollision zu vermeiden unter Beachtung aller die Manöversituation erschwerenden Aspekte und bei Wahrung eines gewissen Sicherheitsabstandes.

Ferner ist es notwendig bei diesem Manöver Maßnahmen zu ergreifen, die

- a. die Besonderheit der Situation klar herausstellt,
- b. die ergriffenen Maßnahmen optisch und auf Radar eindeutig und nach Möglichkeit unmittelbar erkennbar machen.

Nach meinem Verständnis ist dazu nur ein Hart-Rudermanöver mit der Bereitschaft zu einer großen Kursänderung möglich und sinnvoll.

Zu beachten ist, diese Grenze liegt in den Manövereigenschaften des Kurshalteverpflichteten.

Manöverabstand III

Hier muß die Annäherung schon soweit fortgeschritten sein, daß der AW mit seinem schon eingeleiteten Manöver oder zu ergreifen beabsichtigten Manöver (hier einschließlich Maschinenmanöver) nicht mehr frei manövrieren kann ohne einen 'Kontakt' mit KH zu vermeiden.

Die Einschätzung der Situation beruht auf einer mehr oder weniger subjektiven Betrachtung der Maßnahmen und Absichten unter Einschätzung der Manövrierfähigkeiten des Gegners durch den KH. Ein Abstandsmaß ist dafür nur soweit anzugeben, daß es wohl geringer ist als Manöverabstand II.

1.4. Beurteilung der Manöversituation

- a. Handelt AW in Übereinstimmung mit der SSO derart, daß KH subjektiv keine Gefährdung erfährt; so folgt, das Manöver wird voraussichtlich zu keinerlei KA führen und die Schiffe werden einander im sicheren Abstand passieren.
- b. Handelt AW nicht in Übereinstimmung mit der SSO so kann KH eigene Maßnahmen ergreifen. Die Frage ist dann: wann sollte KH frühestens bzw. spätestens handeln, und welche (Hart)Ruderlage verspricht den größten Erfolg? (Regel 17.c. bei kreuzenden Kursen muß, sofern es die Umstände gestatten, nach Steuerbord geändert werden).
- c. AW hat nicht in Übereinstimmung mit der SSO gehandelt und KH hat kein befreiendes Manöver durchgeführt. Unter Abschätzung der eigenen sowie der Manövrierfähigkeit des AW soll KH dann das zur Kollisionsvermeidung dienlichste Manöver durchführen. Hat KH noch Zeit zur Abschätzung der Lage mag er vielleicht zu dem richtigen Ergebnis kommen, aber da Maßnahmen von AW nicht bekannt sind, bleibt das immer unsicher. Erst mal wird KH wohl bestrebt sein, weg vom Gegner zu kommen.

1.5. Aufgabenstellung

In vorangehenden Abschnitten sollte der Versuch gemacht werden die Entscheidungskriterien von Manövern nach der SSO und ihre Qualitäten herauszustellen um Ansätze zur Vorhersage desjenigen Manövers zu finden, daß bei einer ungewollten KA optimal zur Entspannung der Situation führt.

Das Manöver nach Regel 17.a.ii. scheint nach meinen Vorstellungen günstig als Grundlage für weitere Betrachtungen zu sein, und zwar aus folgenden Gesichtspunkten heraus:

- a. Als befreiendes Manöver sollte es mit Hart-Ruder in einem gewissen Sicherheitsabstand ausgeführt werden der

- ein Gelingen gewährleistet (definierbare Manövergrenze).
- b. Die Übertragung auf Regel 19.d. scheint durch nur graduelle Änderungen möglich.
 - c. Es läßt sich damit gleichzeitig allgemein die Grenze der Manövrierfähigkeit im freien Seeraum herleiten.
 - d. Die Manöver an den beiden anderen Manövergrenzen sind, wie eben diese Grenzen selbst, zu sehr von der subjektiven Beurteilung der Situation abhängig.

Als Aufgabe stellt sich nun ein für beliebige Bewegungssituationen verwendbares Verfahren zu entwickeln, mit dem es möglich wird Aussagen darüber zu machen, in welchem Abstand und nach welcher Seite auf einem bestimmten Schiff spätestens Ruder gelegt werden muß um einen bestimmten sicheren Passierabstand zu einem beliebigen anderen Schiff (Objekt) zu gewährleisten.

2. Bestimmung des Mindestmanöverabstandes

2.1. Lösungsvorstellung

Annäherungen sind aus allen Richtungen bei beliebigen Geschwindigkeiten möglich. Manöver erfolgen nach Backbord oder Steuerbord. Aus der spiegelbildlichen Betrachtung des einen; kann das andere erzeugt werden. Maschinenmanöver werden ausgeschlossen. Ein bestimmter Sicherheitsabstand soll zu jedem Zeitpunkt eingehalten werden.

Somit ist ein Programm zu erstellen, das KA zwischen zwei fahrenden Schiffen simuliert und mit einem vorgegebenen Ausweichsmanöver, das eine Schiff dem Anderen bzw. beide einander ausweichen. Sinnvoll abgestimmt werden soll das ganze Verfahren auf die ein normalen Bordbetrieb relevanten Größen. Eine KA wird immer dann als gegeben angenommen, wenn der Sicherheitsbereich (im Rahmen der numerischen Genauigkeit) geschnitten wird.

Aus der Summe aller gefahrenen Manöver lassen sich dann für die verschiedenen Annäherungsrichtungen und Schiffsgeschwindigkeiten Abstandskurven darstellen, deren Zusammenhang in mehr oder weniger geschlossene Abhängigkeit von der Richtung der Kursänderung darzustellen wäre.

Das Ergebnis ist eine 'Formel' mit der aus Peilungs- und Abstandsbestimmung innerhalb eines Zeitintervalls genau die Entfernung zwischen zwei Schiffen bestimmt werden kann in der Kurs geändert werden muß um vom Gegner einen bestimmten Mindestabstand zu wahren. Dabei sollen die Schiffskonturen der Schiffe (maßgeblich sind die eigenen) berücksichtigt werden. Das Manöververhalten soll mit dem entsprechenden Programm (MBEW) von Herrn Prof. Söding realisiert werden.

2.2. Beschreibung der Systemkonstanten

2.2.1. Entschlußzeit ($T_z = 8s$)

Zeit von der Entscheidung zur Handlung (was zu tun ist wurde schon bestimmt) bis zur Aktivierung der Ruder-
maschine. Hierfür werden pauschal 8s angesetzt. Diese
Zeit soll benötigt werden für folgende Maßnahmen; Kontrolle
auf Richtigkeit der letzten Ortung; Befehl zum Ruder-
manöver an den Rudergänger bzw. Einstellen der
Ruderautomatik; Kontrolle auf richtige Ausführung der
beabsichtigten Maßnahme.

2.2.2. Ruderlegegeschwindigkeit ($\delta = 1.5 \text{ Grad/s}$)

Normaler Seebetrieb, nur eine Rudermaschine in Betrieb.

2.2.3. Beschreibung der beteiligten Schiffe

a. Manövrierendes Schiff

Typ : Produkten-Tanker

Lpp = 160.00m Lü.a. = 172.00m

B = 25.35m

T = 10.00m

D = 34001t

b. Gegner

Typ : Gas-Tanker

Lpp = 216m Lü.a. = 228.5m

B = 36.6m

T = 11.45m

D = 65617t

(weitere Werte aus Manöverausdrucken ersichtlich)

2.2.4. Abmessungen und Distanzen der manövrierenden Schiffe

Da die entscheidenden Manöverbewegungen in einer Entfernung erfolgen, die in etwa den Schiffsdimensionen entsprechen, können ihr Einfluß bei der aktuellen Abstandsbestimmung nicht mehr vernachlässigt werden.

Die Deckskontur wird darum, wie in Bild 3 demonstriert, durch Kreise dargestellt. Die Kreise haben den Mittelpunktabstand A^+ .

$$A^+ = 6L/35 - \sqrt{(6L/35)^2 - (L^2 - B^2)/35}$$

und dem Radius B^+

$$B^+ = L - 6A^+$$

wobei L die Deckskonturlänge und

B die Deckskonturbreite darstellt.

Die Schiffslängsrichtung wird dabei exakt erfaßt.

Die Breite wird um maximal etwa 30% überzeichnet.

Der Radarabstand bezeichnet den Abstand zwischen dem Radarmeßpunkt (Punkt 3 in der Deckskontur) und dem Kreisbogen, der am nahegelegensten ist.

Als der Abstand der größten Annäherung wird die absolut geringste Entfernung zwischen zwei Kreisbogen der beiden Schiffe bezeichnet.

2.2.5. Durchzuführende Manöver

Die Kursänderung wird mit Hart-Ruderlage durchgeführt und es wird auf dem Gegenkurs eingelaufen.

Vorgenommen wird die Kursänderung durch eine Selbststeuerroutine deren Manövrierverhalten dem eines Rudergängers nachempfunden ist.

Die Größe der Kursänderung (180 Grad, Steuerbordmanöver; -180 Grad, Backbordmanöver) wurde gewählt um die zum eigenen Kurs größtmögliche Änderung vorzunehmen.

(Natürlich kann man das Schiff um einen anderen beliebig großen Winkel drehen lassen; jedoch läßt sich dieser immer durch eine kleinere Kursänderung in die andere Richtung erreichen).

2.2.6. Einzuhaltender Mindestabstand

Unter diesem Abstand soll die Distanz zwischen zwei beliebigen Punkten an den beiden Deckskonturen verstanden werden, die nicht unterschritten werden dürfen. Er wurde zu einer Kabellänge (185,2m) gewählt. Damit wird erreicht, daß der Gegner bei größter Annäherung noch immer ungefähr eine Schiffslänge entfernt ist. Dieses ist der Bereich, der sich messtechnisch (nach meiner Meinung) gerade noch ermitteln läßt. Kleiner sollte dieser Abstand auf keinen Fall gewählt werden.

Denn individueller Peilfehler bzw. der Wechsel, der den Radarimpuls reflektierenden Flächen stellen Unsicherheiten dar (nimmt man an, daß die Fehler des Peilsystems bzw. der azimuthalen Vergrößerung etc., vernachlässigbar sind), die es ermöglichen, daß eine unkritische Annäherung (Also der Gegner würde ohne Manöver ausserhalb des zulässigen Mindestabstandes bleiben) als eine Kritische angesehen würde bzw. umgekehrt. Während im ersten Fall vielleicht ein Manöver erfolgt, daß die Situation erst kritisch macht würde im umgekehrten Fall gegen eine KA keinerlei Maßnahmen ergriffen.

2.2.7. Erfassung einer kritischen Annäherung (KA)

Die einfachste Art zu prüfen ob eine Begegnung sich zu einer KA entwickelt ist die Peilung.

Steht die Peilung, so ist mit einer Kollision zu rechnen.

Wandert der Gegner aus so ist zwar zu vermuten, daß eine KA nicht erfolgt jedoch müsste mit einer Bewertung des Peilungsunterschiedes erst der Passierabstand ermittelt werden, um zu einer schlüssigen Aussage zu kommen. (unter Berücksichtigung und Abschätzung der Peilfehler). Das ist jedoch nur möglich wenn auch die Abstände zur Zeit der Peilungen bekannt sind.

Auf dem Radarbild kann sehr einfach der Plottweg betrachtet werden, um zu einer Aussage zu kommen. Und zwar wie folgt: Rechts und links neben dem zentralen Peilstrahl auf der Peilscheibe des Radars werden in einer, dem Mindestabstand unter Berücksichtigung der Schiffsform entsprechenden Entfernung, Linien angebracht. Befindet sich der zeitlich letzte Plottpunkt innerhalb des von dem Parallelen mit einem zeitlich früheren Plottpunkt gebildeten Dreiecks, so ist zu vermuten, daß eine KA erfolgt (Bild 2).

Dabei ist im Ausblick auf die Ermittlung des Mindestmanöverierabstandes erforderlich, daß der im Radar angegebene Mindestabstand mit dem den Berechnungen zugrunde gelegten korrespondiert.

(Anmerkung: Werden die Parallelen fest in die Peilscheibe eingearbeitet, ähnlich den Abstandsparallelen, so beschreiben sie den Mindestabstand als Kreis um den Radarpunkt; Bei kleineren Mindestabständen müßte dieser Umstand jedoch in der Berechnung der Mindestmanöverierabstandskurven berücksichtigt werden. Auf diesen Umstand sei hier jedoch nur hingewiesen.).

Besteht an Bord eine elektronische Plotteinrichtung, so kann unmittelbar der CPA als Bewertungskriterium herangezogen werden.

2.3. Rechenprogramm zur Bestimmung der Manöverabstände

Der Rechnerausdruck des Programms ist im Anhang 6.4. wiedergegeben.

2.3.0. Programmidee

Zwei Schiffe mit konstanten Kursen und gleichbleibenden Geschwindigkeiten können dann miteinander kollidieren, wenn sich die Kurslinien unter einem bestimmten Winkel schneiden, und wenn beide Schiffe zur gleichen Zeit an dieser Schnittstelle sind. Dies ist gegeben, wenn die Annäherungsrichtung (AR : Peilung an das andere Schiff) konstant bleibt.

Werden die Schiffe als Punkte ohne Ausdehnung aufgefaßt, so läßt sich die AR exakt bestimmen.

Da jedoch Schiffe diskrete Dimensionen haben, und in den zu betrachteten Fällen auch ein Mindestabstand von keinem Punkt der Deckskontur unterschritten werden soll, wurden sie (bei konstanten Kurswinkeln und Geschwindigkeiten, also bei konstanter AR) so gegeneinander positioniert, daß eine KA erfolgen wird (Bild 4), wenn die Schiffe weiterfahren wie bisher.

Ausgehend von dieser Positionierung wurden die Fahrkurven parallel zu WKAN verschoben. Wird dann ein Manöver eingeleitet und der einzuhaltende Mindestabstand gerade nicht mehr unterschritten, bildet der Radarabstand den Manöverabstand (MA). Je nachdem, in welcher Anfangspositionierung (an welcher Stelle des Kreisbogens) sich die Schiffe zueinander befinden, wird bei gleichbleibendem Manöver die MA verschieden sein.

Werden die MA-Punkte (Radarabstand, Radarpeilung) miteinander verbunden, ergibt sich die lokale Manöverkurve (AR-konstant!). (Impliziert beinhaltet damit diese Anordnung KA's bei fast stehender Peilung, bzw. angenommenen Peilfehler oder Peilunsicherheit.)

Werden die konstanten Geschwindigkeiten der Kurswinkel derart geändert, daß erneut eine KA erfolgt, so ergeben sich andere AR's. Schrittweise Änderung der AR ermöglicht eine Bestimmung der lokalen Manöverkurven über den gesamten Horizont.

Die größten Radarabstände der lokalen Manöverkurven ergeben über der AR den Mindestmanöverabstand (MMA) bei der bestimmten Geschwindigkeit.

2.3.1. Darstellung der Begegnungs- und Manöversituationen

Bei den möglichen AR's wurden die Begegnungssituationen bei verschiedenen Geschwindigkeitsverhältnissen und Rudermanövern betrachtet.

Die berechneten MMA bei den diskreten Manövern sind über der AR in Polarkoordinaten aufgetragen.

(Bilder 8 - 25).

3. Beschreibung der Manöverkurven

3.1. Manöverkurven bei einer bestimmten AR

Infolge der unterschiedlichen Ausgangspositionen bei Manöverbeginn ergeben sich nach Peilung und Abstand definierte Punkte, die am Radarpunkt angetragen werden. Verbindet man diese Punkte miteinander, so erhält man eine 'lokale' Manöverkurve. Parallelen zur AR, die gerade den Mindestabstandsbereich tangieren, begrenzen diese Kurven. Die lokale Manöverkurve ist also die Grenze, bei der Schiff 2 dem Schiff 1 mit einem Hart-Rudermanöver gerade noch ausweichen kann bzw. Schiff 1 nicht den Mindestabstand unterschreitet.

3.1.1. Bestimmung des Mindestmanöverabstandes (MMA) (Bild 6 + 7)

Der MMA bestimmt sich für eine bestimmte Annäherungsrichtung als der größte von der zugehörigen Manöverkurve gebildete Abstand vom Radarpunkt (sichere Seite!).

3.1.2. Definition von RO (Bild 5)

RO ist der Radarabstand, den Schiff 2 benötigt um einen ruhenden Punkt (z.B. einer Tonne) gerade im Mindestabstand zu passieren, wenn mit Hart-Ruder manövert wird.

3.1.3. Manöver bei Annäherungen in spitzen bzw. stumpfen Winkeln

In diesen Begegnungssituationen erhalten die Manöverkurven Knicke. Die Ursache ist, daß infolge der konsequent durchgeführten Kursänderung (± 180 Grad) von Schiff 2 die Kurswinkeldifferenz zwischen beiden Schiffen klein ist. Damit wird viel Zeit benötigt um wieder frei zu kommen, was auch große MMA bedeutet. Manöverttechnisch würde hier ein kombiniertes Rudermanöver, z.B. Hart-Ruder -- Hart-Gegen-Ruder den MMA erheblich vermindern.

3.1.4. Bewertung der Manöverkurven

Die Manöverkurven werden seitlich durch die Tangenten an den Mindestabstand parallel zur AR begrenzt. Für ein Ausweichsmanöver gegen Schiffe, die ausserhalb dieser Tangenten positioniert sind kann jedoch ein größerer Manöverabstand erforderlich sein, als der MMA. Zu beachten ist jedoch, daß der Gegner ausserhalb des Mindestabstandes passieren wird, wenn kein Manöver ausgeführt wird. Ein Manöver gegen einen so positionierten Gegner führt also erst zu einer KA (Erhöhung bzw. Herbeiführung der Kollisionsgefahr).

Zur Erfassung des MMA ist also unbedingt erforderlich, daß eine sorgfältige Prüfung auf KA erfolgt und nicht pauschal angenommen wird, ein vorsorgliches Manöver schade auf keinen Fall.

3.2. MMA über den ganzen Horizont

Wird für jeden Begegnungsfall (gleiches Geschwindigkeitsverhältnis, gleiche Manövermaßnahmen) die lokale Manöverkurve in AR aufgetragen, so ergibt sich als die Verbindung der Extrempunkte (größte Abstände zum Radarpunkt) miteinander der MMA über den möglichen Begegnungshorizont.

In Bild 8 bis 25 sind die simulierten MMA dargestellt. Dieser globale MMA bezeichnet also die Linie der Abstände, bei der im Falle einer KA mit einem Ausweichsmanöver begonnen werden muß. Für die zugehörige AR ist die Form der lokalen Manöverkurve zu berücksichtigen. Die Auftragung von Abstand[m] über die AR [Grad] beschreibt dann die Zuordnung AR- -MMA über den ganzen Horizont.

In Bild 26,27 sind jetzt (schwarze Kurven bzw. \mathcal{S}) die MMA dargestellt, die erforderlich sind, bei der KH bei einer KA von Bb ein Hart-Stb-Ruder Manöver (Bild 26) bzw. ein Hart-Bb-Ruder Manöver (Bild 27) einleiten muß um zu gewährleisten, daß der Gegner, der keinerlei

Manöver ausführt ausserhalb des Mindestabstandes bleibt. (Die gestrichelten Linien bezeichnen Bereiche in denen die MMA nur in etwa exakt sind).

4. Vorhersage des Mindestmanöverabstandes

4.1. Allgemeines

Erfolgt zwischen zwei Schiffen eine KA, und führt AW nicht die entsprechenden Manöver aus, so darf KH handeln. Die Manöverrichtung kann nach folgenden Kriterien bestimmt werden:

- a. Kursänderung nach Steuerbord wie Regel 17.c. angibt.
- b. Das günstigste Manöver zu wählen, wobei als günstigstes Manöver, das mit dem kleinsten MMA angesehen werden kann.

Zu berücksichtigen ist dabei aber immer, daß AW zu jeder Zeit die Verpflichtung behält auszuweichen; d.h. er also jederzeit mit einem Ausweichsmanöver beginnen kann. Damit können eingeleitete Manöver des KH sowohl in ihrer Wirkung verstärkt als auch geschwächt werden.

Grundsätzlich ist wohl von der Annahme auszugehen, daß AW die ungünstigere Wahl trifft. Unterstellt man, daß AW nicht kollidieren will, so soll (sofern möglich) KH jedoch AW veranlassen nicht irgendeinen, sondern eins der extremen Manöver (Hart-Ruder) zu ergreifen. Das kann, neben der akustischen Aufforderung die SSO zu beachten (Reichweite des Thyphoons!), durch die Wahl eines solchen Manöverabstandes erfolgen, der AW unmittelbar die Erfordernis eines solcherartigen Manövers erkennen läßt.

4.2. Vorhersage des MMA wenn AW kein Manöver durchführt

Die den Schiffsführungen unmittelbar zur Verfügung stehende Information bei einer KA ist die AR. (Peilung) Über Radar kann ferner die Abstandsverminderung je Zeiteinheit (Annäherungsgeschwindigkeit) bestimmt werden. Wird der Gegner als Punktziel aufgefasst, (die Manöverkurven wurden durch manövrieren gegen ein 'reelles' Schiff ermittelt; 'reelles' Schiff: irgendeine sinnvolle Annahme über die Dimension des Gegners ist realistischer als wenn der Gegner als Punktziel betrachtet wird.)

so muß aus diesen beiden Daten und der Kenntnis von Kurs und Geschwindigkeit des eigenen Schiffes der Mindestabstand (Manövergrenze B) definiert werden.

4.2.1. Darstellung der den MMA beeinflussenden Größen

a. Bekannte Größen:

1. Eigene Schiffsgeschwindigkeit; wird im betrachteten Fall immer mit $V_2 = 8,23\text{m/s}$ angenommen (inwieweit die MMA von der eigenen Geschwindigkeit abhängig sind, wurde nicht untersucht).
2. Der eigene Kurs (WKO2)
3. $RO = 960\text{m}$; bekannt aus Manöverversuchen, oder wie in diesem Fall aus entsprechenden Simulationen.

b. Gemessene Größen:

4. Annäherungsgeschwindigkeit ($VAN > 0$), erfolgt kein automatisches Plotten des Gegners, so kann VAN mit genügender Genauigkeit durch das Verhältnis Abstandsdifferenz/Zeiteinheit zwischen zwei Plottpunkten bestimmt werden.
5. AR als dem Winkel zwischen Vorausrichtung von Schiff 2 und der Richtung in der eine 'stehende' Annäherung erfolgt (rechtsdrehend).

c. Zuberechnende Größen:

6. Die Geschwindigkeit V_1 des Gegners

$$0 < V_1 = (VAN^2 + V_2^2 - 2 \cdot VAN \cdot V_2 \cdot \cos(AR))^{0.5}$$

7. Schnittwinkel der Kurslinien

$$WKO0 = \arccos \cdot (V_2^2 + V_1^2 - VAN^2) / (2 \cdot V_1) \text{ wenn } V_1 > 0;$$

(obwohl jedem Schiff mit definierter Vorausrichtung zu jeder Zeit ein Kurs zugeordnet werden kann, ist das nicht möglich wenn $V_1 = 0$., denn einem Punkt ohne Geschwindigkeit kann keine Richtung eingeprägt werden.

Mit diesen Größen lassen sich näherungsweise die MMA bestimmen. Die Ergebnisse sind auf Bild 26 und 27 dargestellt.

4.2.2. Näherungsweise Bestimmung des Mindestmanöverabstandes für Steuerbordmanöver.

$$MMA = RO \cdot (CO \cdot VAN^* + C1 + C2 - C3)$$

RO = Mindestabstand nach 3.1.2. Bild 5

VAN^* = gemessene Annäherungsgeschwindigkeit / $V2$

$$CO = 1 + 0.072 \exp(-3 \{ 1.174 - V1/V2 \})$$

$$C1 = 0.5 \cdot \sin(AR) \cdot \tanh(1 - \exp(-0.95 \cdot V1/V2))$$

$$C2 = 0.677 \cdot (1 - \sin(WK00 + WKI)) \cdot (V1/V2)^{1.02} \\ + 0.1877 \cdot \sin(WK00 + WKI) \cdot (V1/V2)^{1.634}$$

mit: WK00 = Kursdifferenz

$$WKI = 90 \cdot \tanh(0.2025 \cdot (V1/V2)^{2.2}) \quad (\text{grädig})$$

$$C3 = 0.334 \cdot C2 \cdot \exp((VAN / ((V1/V2) - 1))^{0.5}) \cdot \exp(-XSTP)$$

mit $XSTP = (360 - AR) / 4$

In Bild 26 ist dargestellt; neben den simulierten Manöverkurven:

1. Die ausgezogenen grünfarbigen Kurven für $C3=0.0$. Damit wird die sich aus der Querversetzung ergebende MMA-Minderung nahe der Vorausrichtung vernachlässigt. Im Vorgriff auf die Ergebnisse für beliebige Manöver von AW (Bild 28) erscheint mir diese Vereinfachung angebracht.

2. Als gestrichelte farbige Kurve der MMA mit $C3 = C3$.

4.2.3. Näherungsweise Bestimmung des Mindestmanöverabstandes für Backbordmanöver. (Bild 27).

$$MMA = RO \cdot (BO \cdot VAN^* + B1 + B2 + B3)$$

$$BO = 1 + 0.06 \cdot (V1/V2)^{0.25}$$

$$B1 = - C1$$

$$B2 = 0.24 \cdot (V1/V2)^{0.5} \cdot (1 - \sin(WK00 - WKII)) \cdot (V1/V2)^{xxbb} \\ + 0.96 / (1 + (V1/V2))^2 \cdot 0.5 \cdot \cos(WK00 - WKII) \cdot (V1/V2)^{xxxbb}$$

$$\text{mit } WKII = 90 \cdot \tanh(9 \cdot ((V1/V2 - 1) / (V1/V2 + 1))^2)$$

$$xxbb = 1 / \exp(4.5 \cdot (V1 + V2) \cdot (V1/V2 - 1))$$

$$xxxbb = 1 / \exp(6 \cdot (V1/V2) \cdot (V1/V2 - 1))$$

$$B3 = 1.25 \cdot (1 + 0.5 \cdot (V1/V2 - 1)) \cdot \exp(-PEAK)$$

$$\text{mit } PEAK = |AR - PEAKP| \cdot PKF / DPKF$$

$$PEAKP = 205^\circ + 20^\circ \cdot \tanh(V1/V2 - 1)$$

ist $AR > PEAKP$ so ergibt sich

$$DPKF = 60^\circ + 22.5^\circ \cdot \tanh(6 \cdot (V1/V2 - 1))$$

ist $AR < PEAKP$ so ergibt sich

$$DPKF = AR - 180^\circ$$

$$\text{ferner } PKF = 2 \cdot (0.75 + ((PEAKP - AR) / DPKF)^2)$$

4.3. Bestimmung des Manövrierabstandes wenn Gegner eigenes Manöver ausführt

Da grundsätzlich ungewiß ist ob bzw. welches Manöver AW in einer KA ausführt, kann das günstigste Manöver nicht einzig aus dem Vergleich des MMA für Bb- bzw. Stb-Ruder bestimmt werden.

4.3.1. Berücksichtigung der SSO

Ein Schiff ist KH wenn sich ein anderes aus dem Winkelbereich Bb- Voraus linksdrehend bis 2 Strich achterlicher als Quer an Steuerbord annähert (falls sich beide in Sicht voneinander befinden; $360^\circ > AR \geq 112,5^\circ$).

Bei KA aus $360^\circ > AR \geq 247,5^\circ$ nach Regel 15 (kreuzende Kurse).

Bei KA aus $247,5^\circ \geq AR \geq 112,5^\circ$ nach Regel 13 (überholen).

Dazu ist anzumerken, daß sich die Grenze KH/AW nach achteraus genau definieren läßt, jedoch bei AR nahe der Vorausrichtung unbestimmt ist (Regel 14, entgegengesetzte Kurse).

Desweiteren wird ausschließlich die Begegnungssituation bei kreuzenden Kursen betrachtet ($360 > AR \geq 247,5$) als der nach meiner Meinung kritischere Bereich.

Bei Annäherung von Backbord muß KH vermeiden eine Kursänderung nach Backbord vorzunehmen (Regel 17.c.)

4.3.2. Simulierte Manöver

KH handelt in Übereinstimmung mit Regel 17.c. (Steuerbordkursänderung), da sich AW von Backbord annähert. AW führt seinerseits Manöver von unterschiedlicher Größe aus. Darstellung der bestimmten Abstände in Bild 16-21 bzw. Bild 28.

Wesentlich ist die Wahl des Zeitpunktes an denen AW sein Manöver beginnt. Unterstellt man, daß keins der Schiffe kollidieren will, so wird wohl, das eine Schiff das

Manöver des Anderen zu unterstützen suchen sofern erkennbar ist, was der Andere vor hat. Damit ergibt sich als ungünstigster Zeitpunkt der, wenn beide Schiffe zur gleichen Zeit mit ihren Maßnahmen beginnen, also wenn noch vollkommen unsicher ist ob bzw. wie der andere reagieren wird.

4.3.3. Bewertung des Mindestmanöverabstandes

4.3.3.1. AW weicht nach Backbord aus

(geringe Bb-Kursänderungen bei nahezu entgegengesetzten Kursen erfreuen sich in der Praxis auch bei erfahrenen Steuerleuten einer besonderen Vorliebe!)

In allen betrachteten Manöverfällen bleibt über den gesamten Anäherungsbereich der MMA kleiner als für den Fall in dem AW keinerlei Manöver vornimmt (MMAO).

Wird jetzt noch ein Bereich von 5 Grad neben der Vorausrichtung als der entsprechend Regel 14 (entgegengesetzte Kurse) definierte angenommen, so kann festgestellt werden, daß bei einem beliebigen Backbordmanöver des AW der MMA auf keinen Fall größer als der MMAO ist, bzw. der MMAO der sich aus dem Geschwindigkeitsverhältnis bei der entsprechenden AR berechnen läßt.

4.3.3.2. AW weicht nach Steuerbord aus

Hier wurde die MMA-kurve für den Fall ermittelt, daß beide Schiffe ein Hart-Stb-Manöver ausführen; also der Grenzfall betrachtet.

Zeigen die Kurse beider Schiffe in entgegengesetzte Halbkreise, so ergibt sich unmittelbar, daß eine beliebig große Kursänderung des AW nach Steuerbord (jedoch < als 180°) das Manöver des KH unterstützt. Nicht beachtet wird, daß eine neue KA-Situation auf den neuen Kursen erfolgen kann. Also wird sich ein kleinerer MMA ergeben als der MMAO.

Fahren beide Schiff in den gleichen Halbkreis, d.h. AR erfolgt von achteraus, so wird ein Stb.-Manöver des AW

den MMA zu vergrößern. Das kritische Manöver in diesem Fall erfolgt wenn AW ein ähnlich großes Manöver vornimmt wie KH, bzw. ein Manöver, daß zu dem gleichen Kurswinkel führt den KH anstrebt.

In diesem Fall ist jedoch folgender Umstand zu berücksichtigen: Die Annäherung erfolgt mit weniger als der Differenzgeschwindigkeit und es bleibt speziell in diesem Fall für KH noch genügend Zeit sein Manöver zu korrigieren. Aus einer solcherartigen Manöversituation kann sich KH eventuell nur durch eine Folge von Manövern befreien.

Zusammenfassend ist festzustellen;

Bei einer Stb-Kursänderung besteht die Möglichkeit, daß durch die Manöverbewegung eine erneute KA entsteht. Fahren beide Schiffe in entgegengesetzte Halbkreise, so ist dies genau dann gegeben wenn die Kursänderung von KH größer als $180 \text{ Grad} - \text{Schnittwinkel}$ der Kurslinien ist; also auf jeden Fall größer als 90 Grad . Fahren beide in gleiche Halbkreise, so ist auch bei kleineren Kursänderungen eine erneute KA möglich, jedoch die geringe Annäherungsgeschwindigkeit ermöglicht eine eventuell erforderliche Korrektur des beabsichtigten bzw. schon vorgenommenen Manövers.

Wesentlich ist hier die Erkenntnis, daß die Richtung des erforderlichen Ausweichsmanövers (entsprechend SSO, kleinster MMA) als eindeutig nach Steuerbord gerichtet angegeben werden kann, jedoch die Größe der Kursänderung variabel bleiben muß.

4.3.3.3. AW weicht nach Steuerbord, KH weicht nach Backbord aus. In diesem Fall wurde die Grenzkurve für das Hart-Ruder - Manöver von beiden Schiffen ermittelt.

KH handelt dabei entgegen Regel 17.c.

Nur im Bereich nahe der Vorausrichtung bringt dieses Manöver eine Verminderung des MMA gegenüber dem MMAO. Über den übrigen Bereich ist er jedoch erheblich größer als der MMA nach 4.3.3.2..

Führt AW kein Hart-Rudermanöver aus bzw. ist seine Kursänderung kleiner als 180 Grad, so wird der MMA mit abnehmender Größe von Kursänderung und/oder Ruderlage von AW immer mehr der MMA-Kurve angenähert, bei dem KH mit einem Hart-Bb-Manöver dem nicht manövrierenden AW ausweicht.

4.3.4. Berücksichtigung der Manövrierfähigkeiten (MF) des AW.

Unter MF soll im weiteren die Eigenschaft verstanden werden Kursänderungen vornehmen zu können.

Im allgemeinen ist die MF des anderen Schiffes unbekannt. Führt AW keine Manöver aus, so ist sie ohne Auswirkung auf den MMA.

Mit zunehmender Größe der Kursänderung wird der Einfluß der MF zunehmen. Werden nur Stb-Manöver betrachtet, so ist sie bezogen auf den MMAO nur dann von Bedeutung, wenn beide Schiffe in den gleichen Halbkreis fahren. Ist dann die MF des AW schlechter (d.h. braucht AW längere Zeit und größeren Raum um ein Manöver durchzuführen als KH), so kann AW dem KH nicht so leicht folgen (wenn KH ebenfalls ein Stb-Manöver einleitet); also wäre in diesem Fall eine geringere MF des AW von Vorteil.

Eine geringere MF des KH ermöglicht es aber AW, der, da er auch manövriert und eine KA als solche erkannt hat, dem KH mit einer Reihe von aufeinanderfolgenden Manövern auszuweichen.

4.4. Ergebnis

Ein Vergleich der MMA ergibt, daß die MMAO-Kurve für Steuerbordmanöver des KH, den Abstand bezeichnet, der für KH in (fast) allen Begegnungssituationen ausreichend ist dem AW (unter Wahrung eines Mindestabstandes) auszuweichen, egal welches Manöver AW ausführt.

(Ausnahme der Grenzfall, beide fahren in den gleichen Halbkreis und AW ändert ebenfalls nach Steuerbord Kurs.) Diese MMAO-Kurve läßt sich (hier) für eine bestimmte Geschwindigkeit des eigenen Schiffes und einer beliebigen

Geschwindigkeit des Gegners näherungsweise (sichere Seite) vorausberechnen, und kann als Manövergrenze II bezeichnet werden.

(Die Abhängigkeit von der eigenen Geschwindigkeit müßte noch genauer erfaßt werden um MMAO allgemeiner definieren zu können)

Die Berücksichtigung der Deckskontur, je realistischer desto besser, ermöglicht den zu gewährleistenden Mindestabstand klein zu halten, um durch die Heftigkeit der Manövermaßnahme die Situation eindeutig zu kennzeichnen.

5. Anwendung im Bordbetrieb

5.1. Allgemeine Empfehlungen beim Manövrieren nach Regel 17.a.ii.

1. Bei einer KA sollte KH in die Richtung Kurs ändern, die ihm das Einlaufen in den Kurs des Gegners mit der kleinsten Kursänderung möglich macht.
2. Die Größe der Kursänderung sollte, wenn AW nach Manöverbeginn von KH keine Maßnahmen ergreift mindestens 90 Grad sein. Manöveriert auch AW, so sollte die Kursänderung so groß sein, daß der Kurswinkel zwischen dem KH als zu Überholenden und dem AW als Überholer ungefähr 60 Grad beträgt.
3. Erfolgt die Annäherung aus einer Richtung vorderlicher als quer, so sollte die Kursänderung mit Hart-Steuerbord-Ruder in einem Abstand (sm) begonnen werden, der sich nach folgender Formel bestimmt.

$$\text{Abstand (sm)} = 0.75 \cdot \frac{\text{Annäherungsgeschwindigkeit (sm)}}{\text{eigene Geschwindigkeit}}$$

Dies gilt jedoch streng genommen nur für ähnliche wie das untersuchte Schiff, wenn es mit annähernd der gleichen Geschwindigkeit fährt.

5.2. Erstellung eines Entscheidungssystems für den Bordbetrieb

Um den MMA einigermaßen exakt zu erfassen müßte er im Bordbetrieb von einem Rechner, getrennt oder integriert ins Radarsystem nach der Eingabe von

- a. der Annäherungsrichtung
- b. der Annäherungsgeschwindigkeit (entweder unmittelbar als solche, oder als zwei Abstände in Verbindung mit dem entsprechenden Zeitintervall)

berechnet werden. Kurs und Geschwindigkeit des eigenen Schiffes sind dabei schon als Konstanten eingegeben oder werden von Log und Kompaß unmittelbar eingespeist. Die Darstellung des Berechnungsergebnisses sollte nach

Möglichkeit als Entfernungsmarkierung auf dem Radarbild senkrecht zur Annäherungsrichtung, mit symbolhafter Kennzeichnung der Richtung in die Kurs geändert werden sollte, bildhaft angegeben werden. Weniger optimal als digitale Anzeige im Rechner, auch wenn die Kursänderungsrichtung direkt oder durch Farbwahl angegeben wird.

Der MMA für eine Backbord-Kursänderung sollte auf Abfrage angezeigt werden können. Zwar widerspricht ein Backbordmanöver eventuell der SSO, jedoch kann es in bestimmten Fällen (z.B. bei Annäherung an mehreren Schiffen) von Interesse sein, Kenntnis über den MMA für ein Backbordmanöver zu haben.

Anzumerken wäre noch, daß bei nicht automatischer Bestimmung von AR und Annäherungsgeschwindigkeit über ein integriertes System, die Meßpunkte der manuell erzeugten Plottkurve in einem möglichst großen Abstand liegen sollten um die Auswirkung von Peilfehlern klein zu halten.

5.3. Erweiterung des Entscheidungssystems für Manöverkriterien

Im vorangehenden wurde im Eigentlichen eine Entscheidungshilfe einzig für eine Manöversituation nach Regel 17.a.ii. erstellt; d.h. Vermeidung einer KA ohne Berücksichtigung der darauf folgenden Maßnahmen, die zur Fortsetzung der Reise erforderlich sind.

Der auf See ungleich häufigere Fall, das Manöver als AW, wurde nicht weiter betrachtet. Da der AW freier in seiner Manöverwahl ist geschieht es oft, daß entsprechende Manöver nicht sorgfältig genug geplant und/oder in ihrer Ausführung zu halbherzig sind, und damit eine KA nicht vermeiden helfen.

Eine Bewertung des MMA müßte in diesem Fall als eine abgestufte Folge von Manövern angezeigt werden können; vereinfachend kann dabei angenommen werden, daß KH nicht selbst manöveriert.

Eine solche Entscheidungshilfe ist nach meiner Vorstellung ebenso wichtig wie in den vorangehenden Abschnitten vorgestellte, besonders dann, wenn häufig ein Seegebiet mit größerer Verkehrsdichte befahren wird.

6. Anhang

6.1. Symbolverzeichnis

AR	Annäherungsrichtung; Richtung in der Schiff 2 Schiff 1 bei einer KA vor ergreifen einer Manövermaßnahme sieht.
AW	Ausweichverpflichteter gemäß SSO
A*	Abstand der Mittelpunkte, der die Deckskontur beschreibenden Kreise
B	Breite
B*	Radius, der die Deckskontur beschreibenden Kreise
D	Displacement
delta	Ruderlegeswindigkeit [$^{\circ}$ /s]
KA	Kritische Annäherung; fahren beide Schiffe mit konstanten Geschwindigkeiten weiter, so wird an einem diskreten Punkt der Deckskontur der Mindestabstand unterschritten.
KH	Kurshalteverpflichteter gemäß SSO
L_{pp}	Länge eines Schiffes zwischen den Loten
L.ü.a.	Länge eines Schiffes über alles
MA	Manöverabstand; Entfernung zwischen den Meßpunkten zweier Schiffe, bei denen zumindest eines der Schiffe eine Manövermaßnahme ergreift
MBEW	Rechenprogramm zur Simulation von Schiffsbewegungen von Prof. H. Söding
MF	Manöverfähigkeit; Eigenschaft eines Schiffes den Kurs ändern zu können
MMA	Mindestmanövrierabstand; größter erforderlicher MA bei einer diskreten AR
MMAO	Mindestmanövrierabstand, wenn nur Schiff 2 Manövermaßnahmen ergreift
RO	Entfernung die ein Schiff benötigt, einem ruhenden Punkt (z.B. eine Tonne) mit Hart- ruder auszuweichen

SSO	Seestraßenordnung von 1972
T	Tiefgang eines Schiffes
Tz	Entschlußzeit; Zeit zum Einleiten eines Manövers
WKAN	Annäherungsrichtung bezogen auf AW (antiparallel zur AR)
WKO1	Kursrichtung des AW
WKO2	Kursrichtung des KH
I,II,III	Manövergrenzen; dargestellt in Bild 1

6.2. Literaturhinweise

1. Seestraßenordnung von 1972
2. Prediction of Ship Maneuvering Capabilities
Heinrich Söding

6.3. Bilder

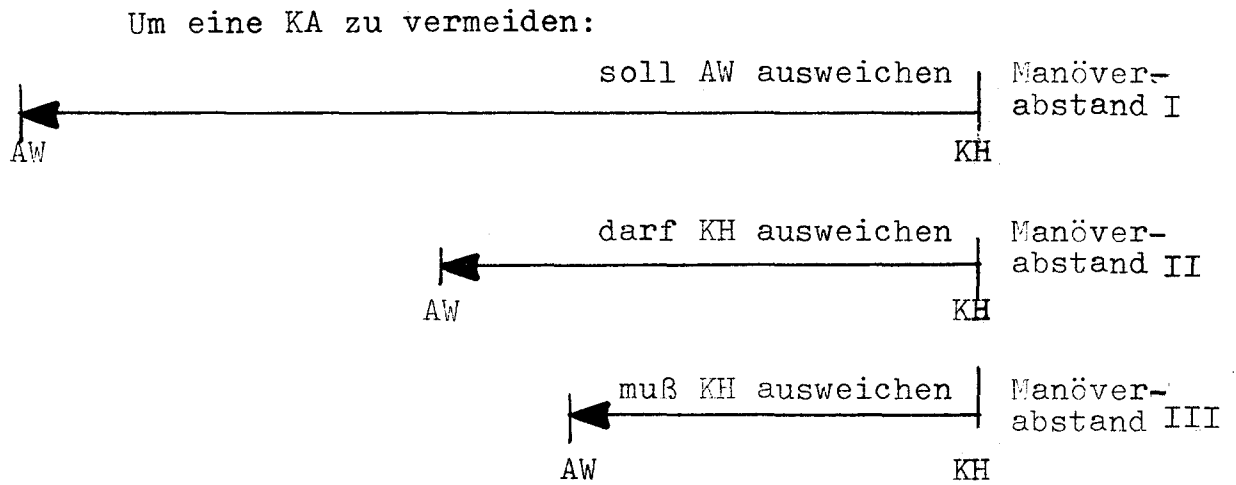
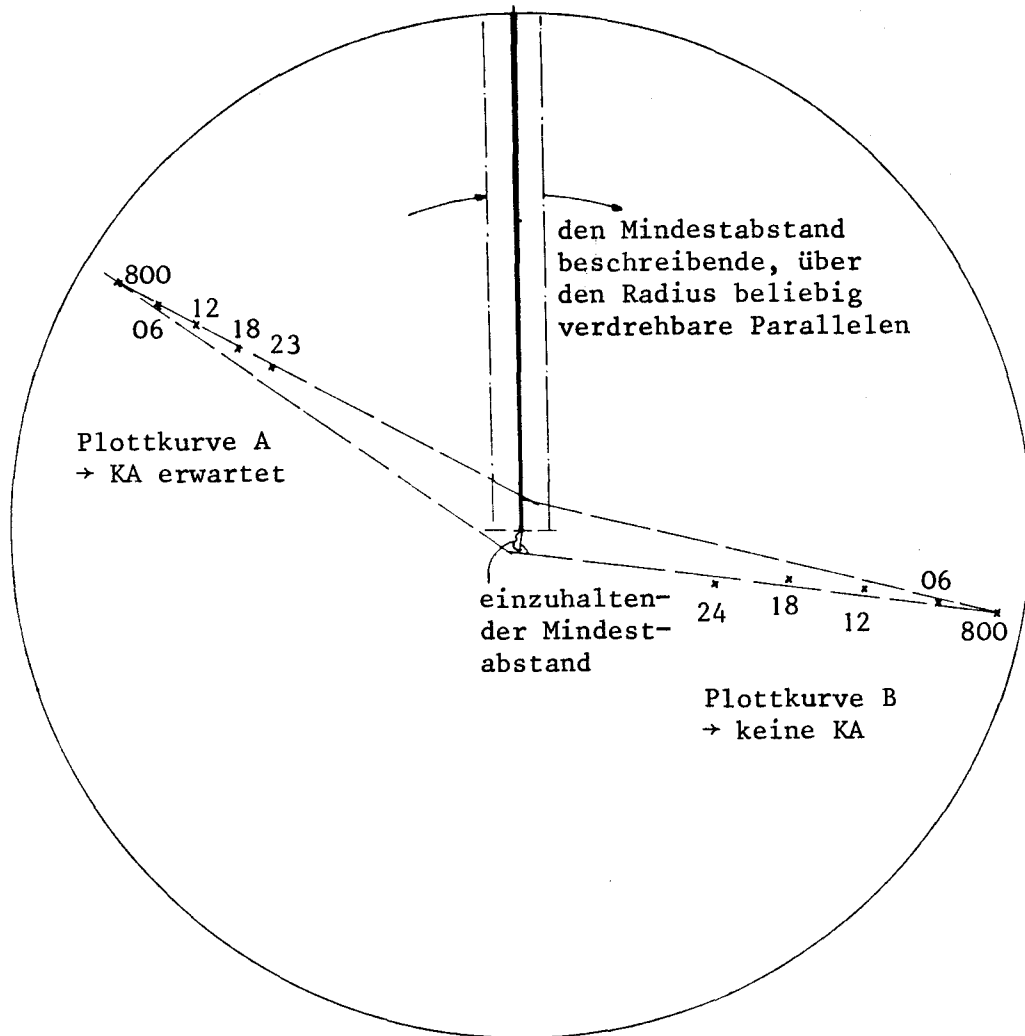


Bild 1 Darstellung der Manöverabstände



Der erforderliche Mindestabstand wird hier durch Kreis um den Radarpunkt beschrieben!

Bild 2 Erfassung von kritischen Annäherungen
(dargestellt am vorausstabilisierten Radarbild)

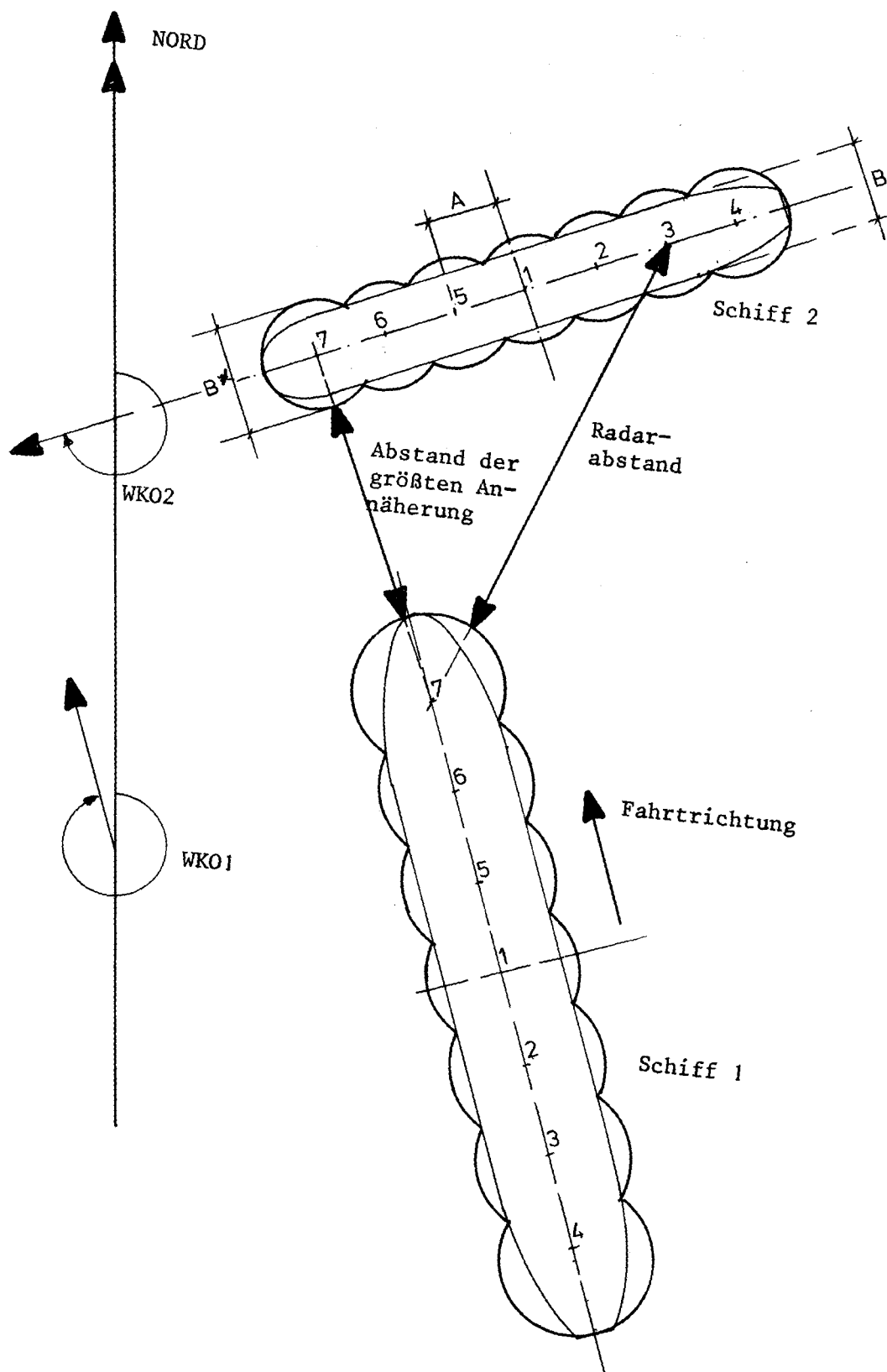


Bild 3 Darstellung der Deckskonturen
Beschreibung der Abstände

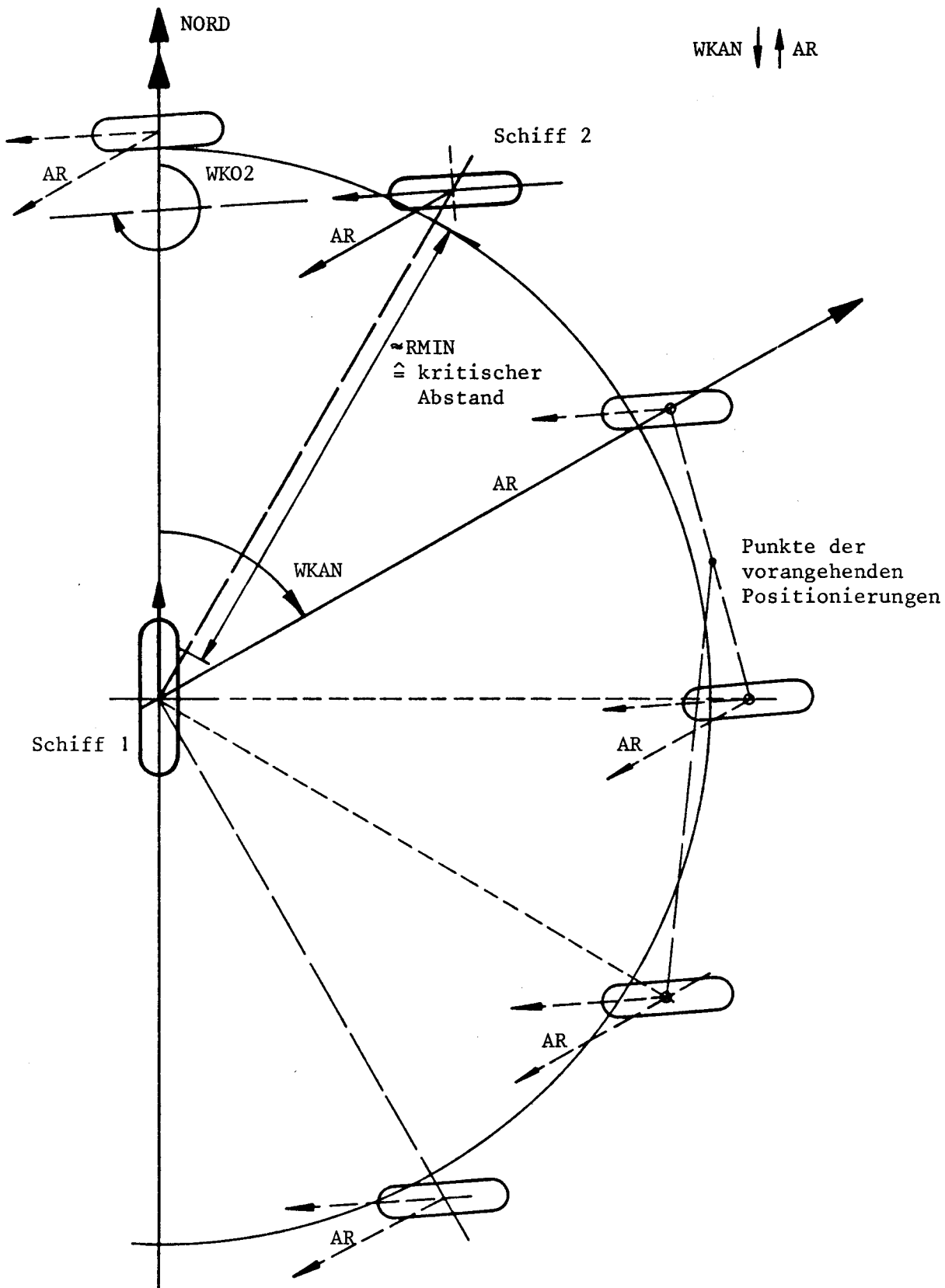
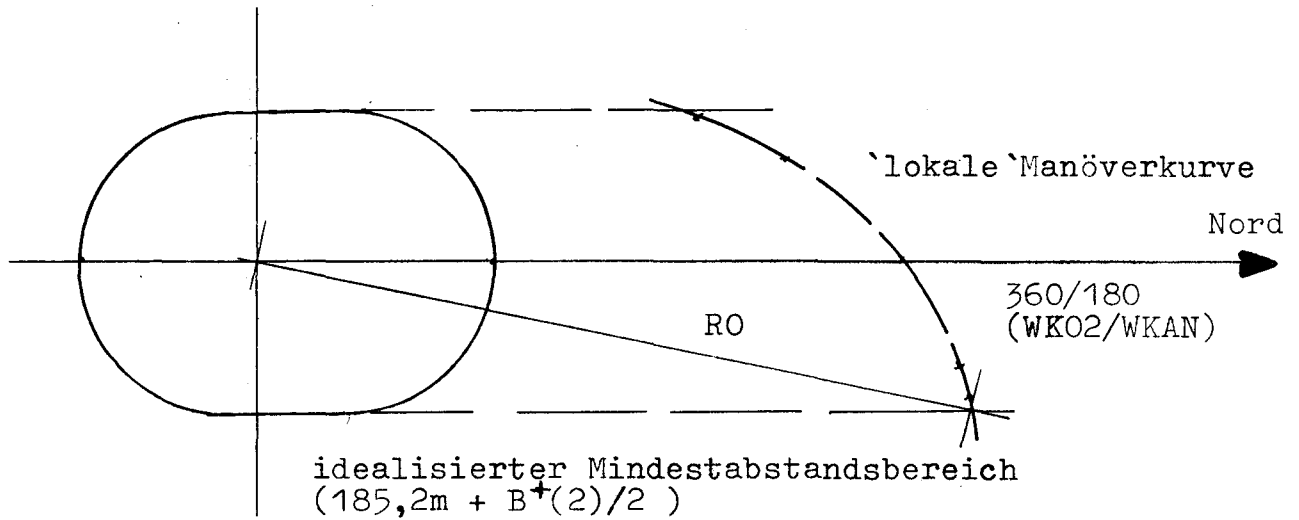
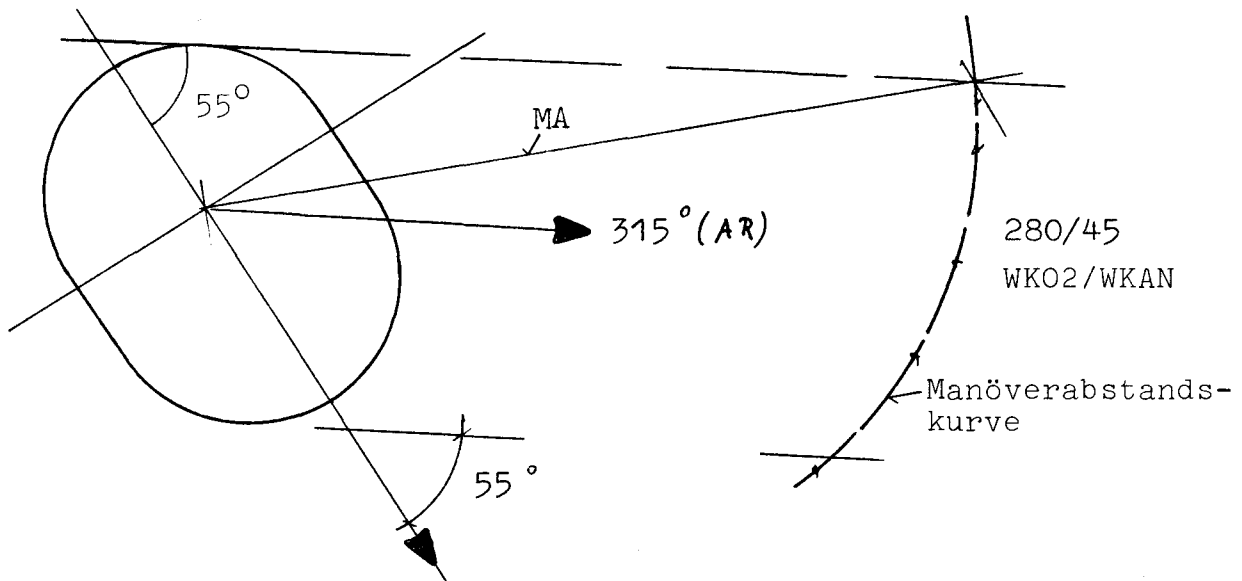


Bild 4 Positionierung vor Manöverbeginn
(Verschiebung erfolgt in Richtung WKAN)



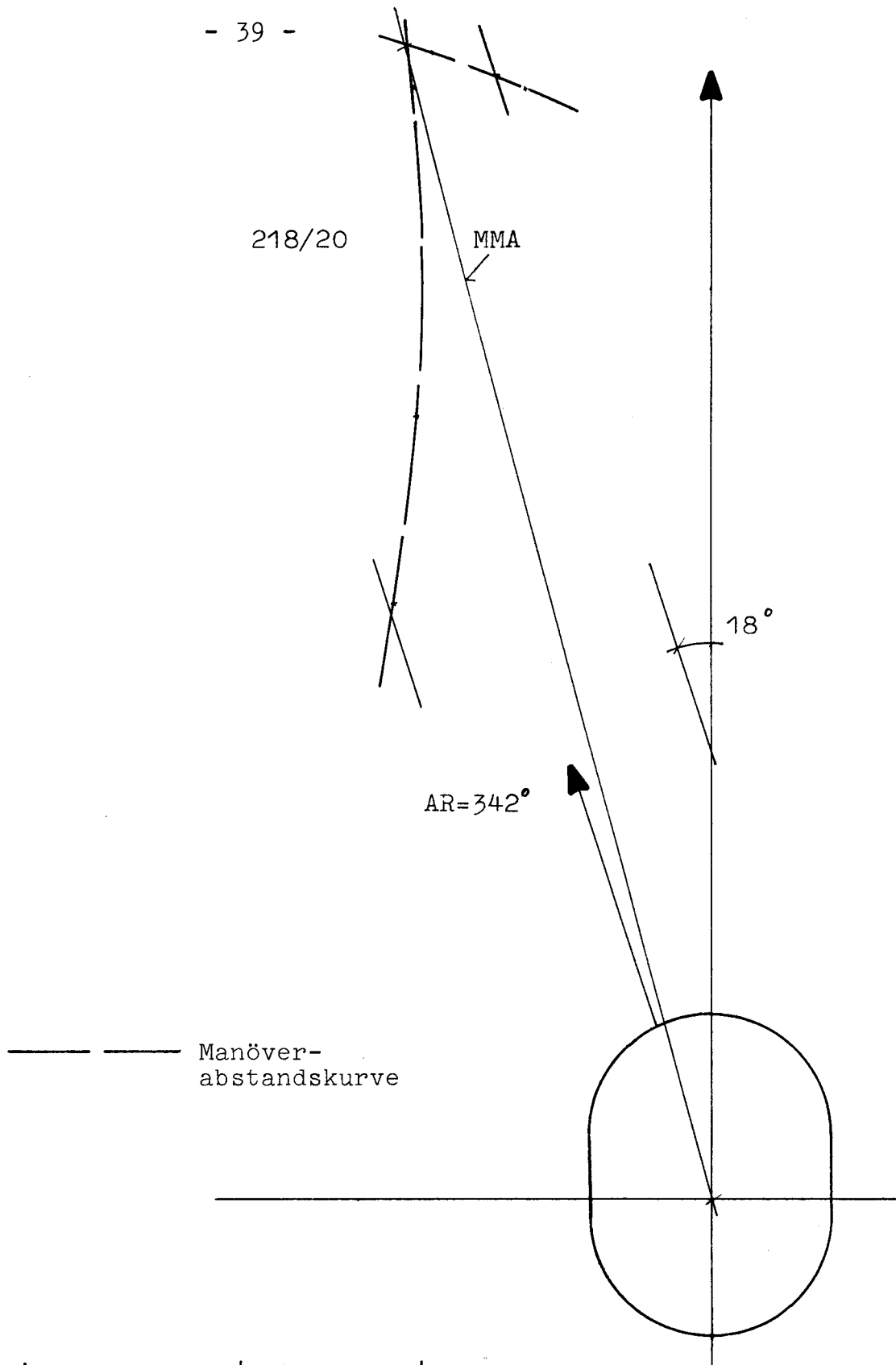
	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	0,0	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

Bild 5 Bestimmung des RO



	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	- 20°	Bb. 15°
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

Bild 6 Beispiel: MA Bestimmung



	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

Bild 7 Beispiel: Bestimmung des MA

Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1 4,83 m/s	0°	—
Schiff 2 8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

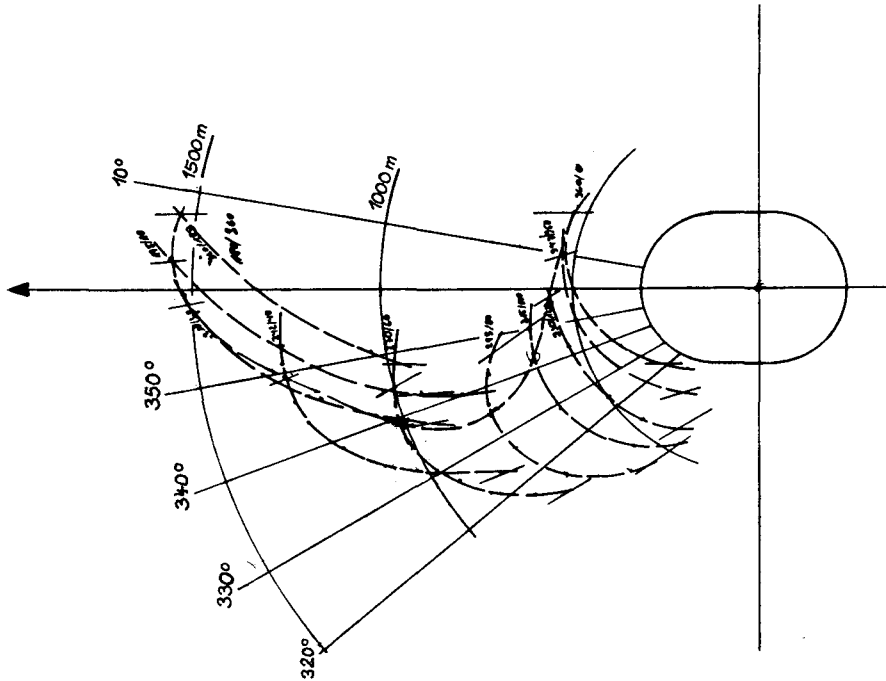


Bild 8

Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1 4,83 m/s	0°	—
Schiff 2 8,23 m/s	- 180°	Hart-Bb.

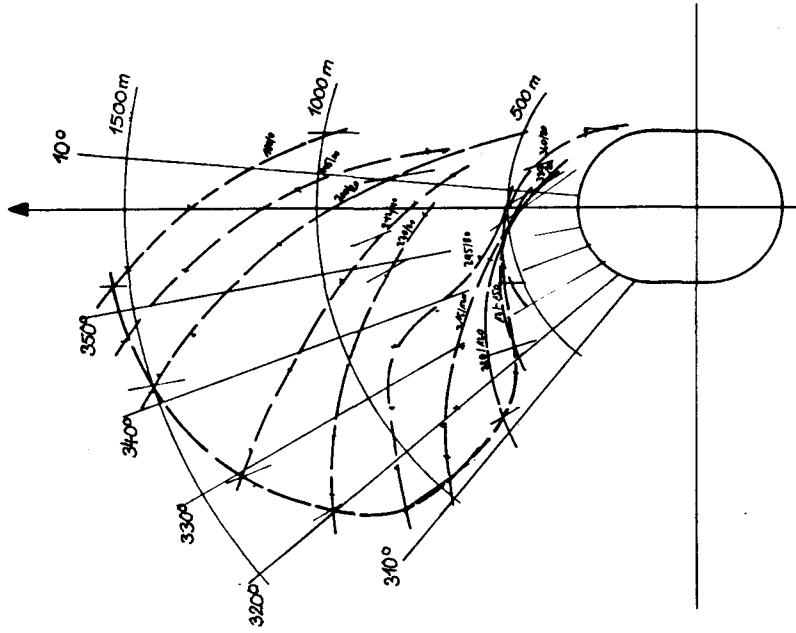


Bild 9

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen
Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	7,25 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	- 180°	Hart-Bb.

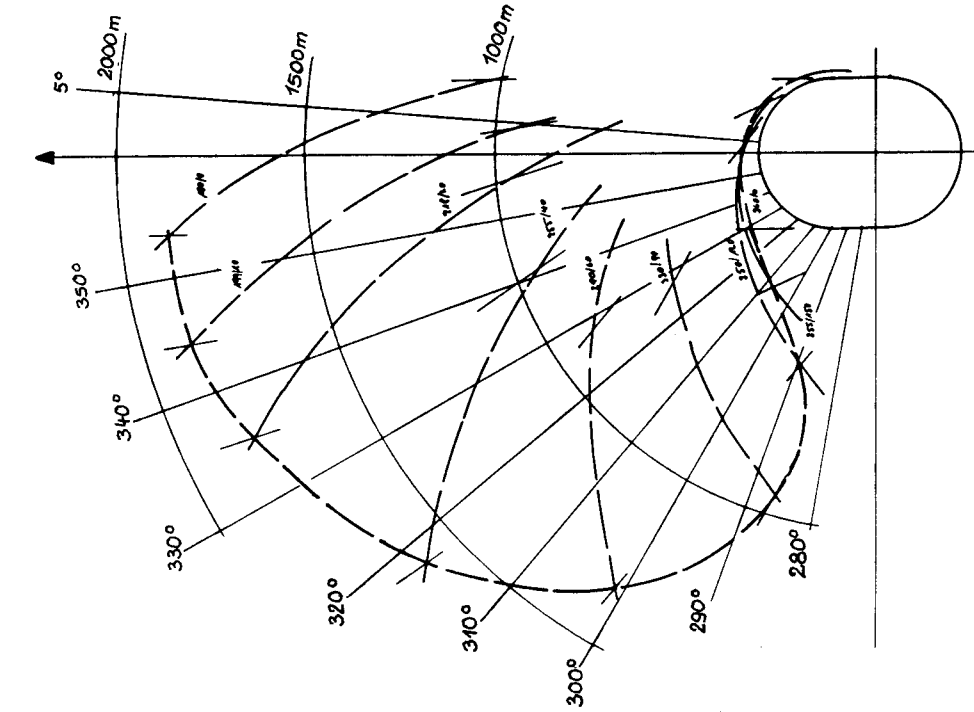


Bild 10

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	7,25 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

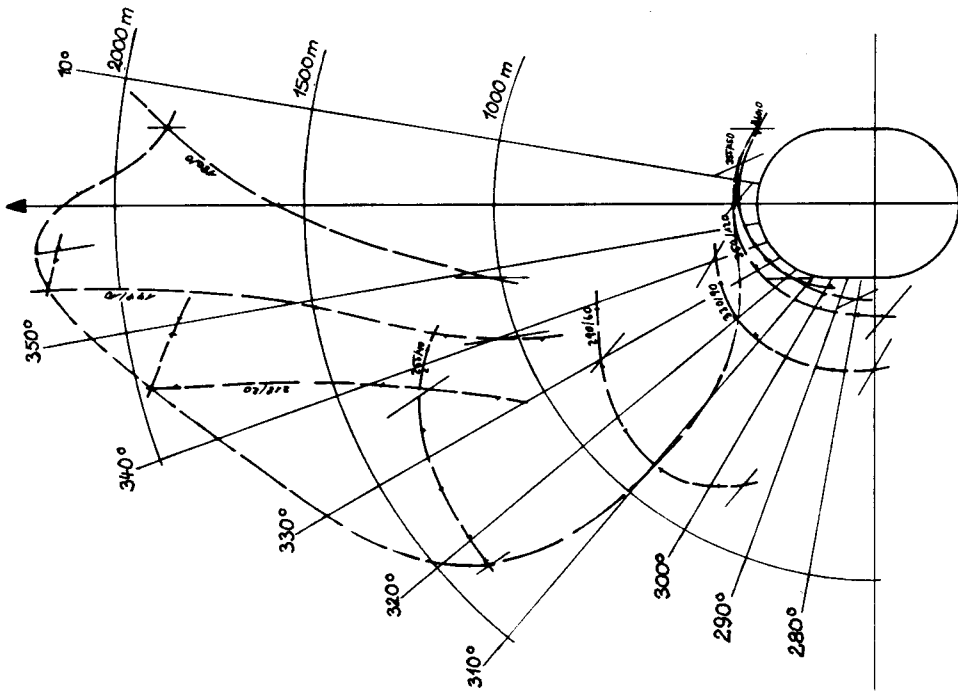


Bild 11

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	8,23 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	- 180°	Hart-Bb.

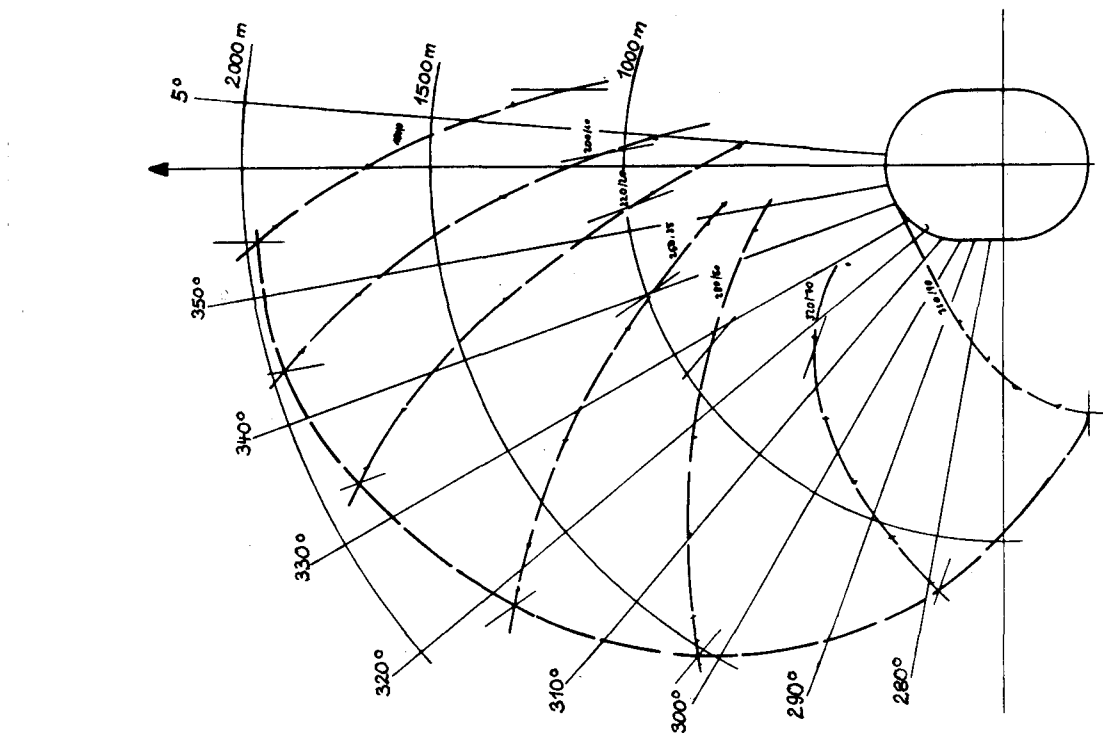


Bild 12

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	8,23 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

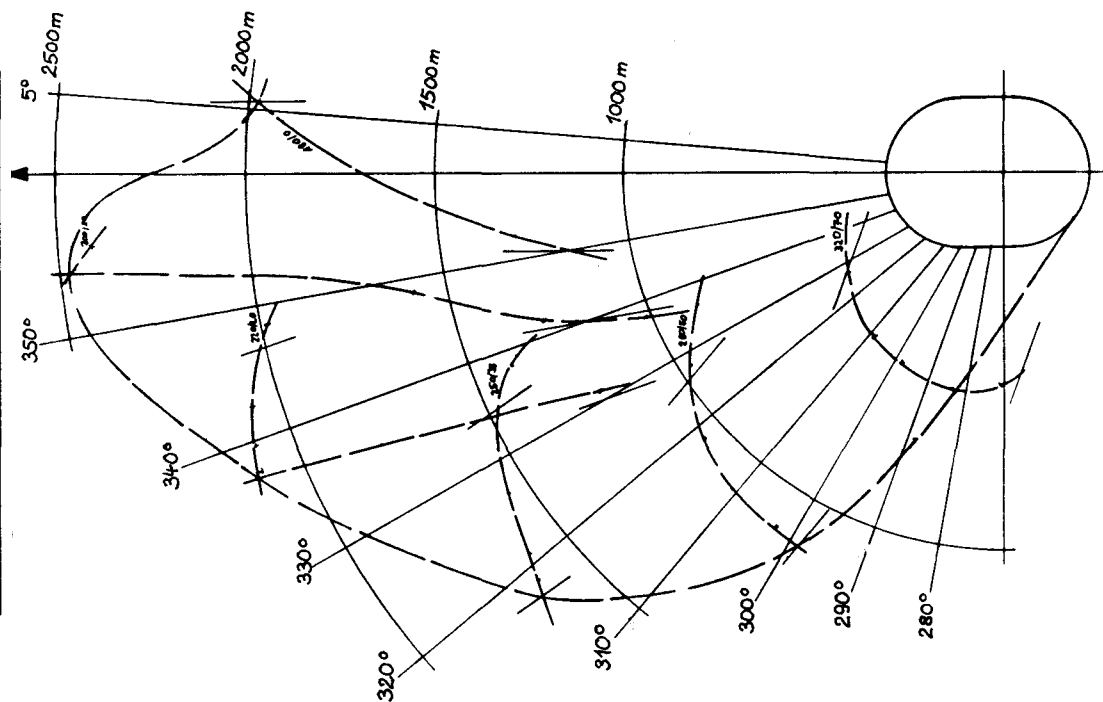


Bild 13

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

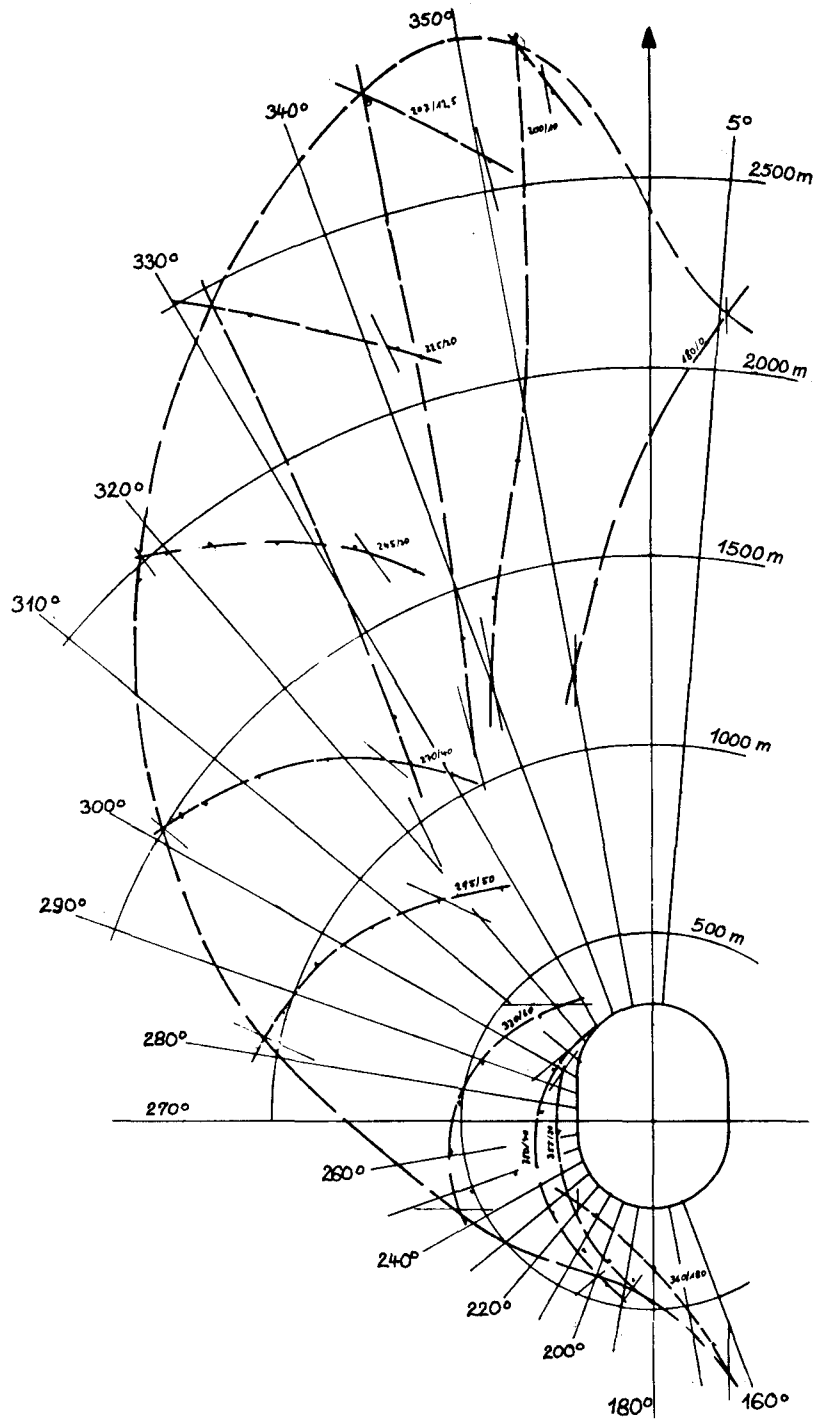


Bild 14

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	- 180°	Hart-Bb.

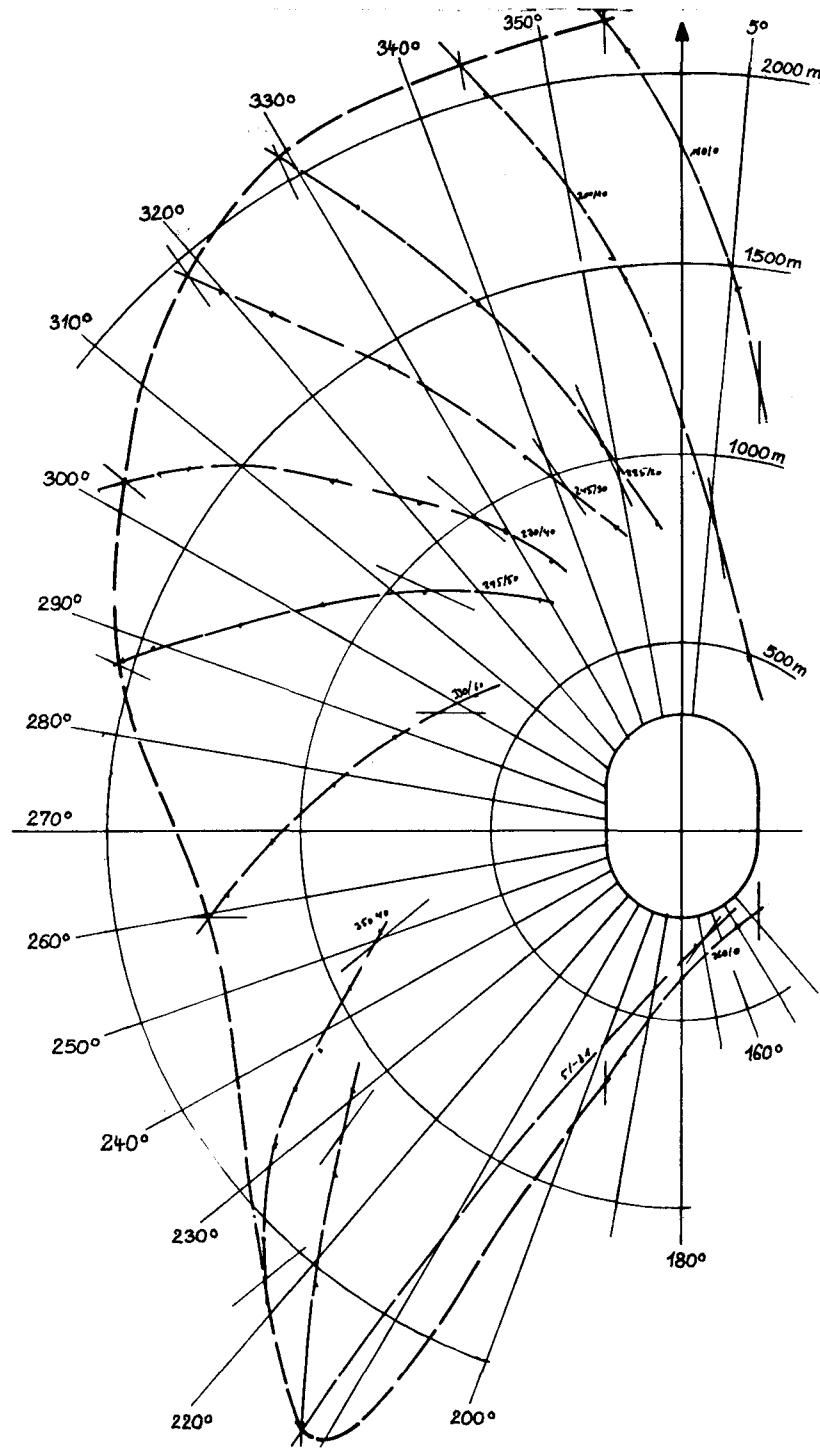


Bild 15

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s + 180°	Hart-Stb.
Schiff 2	8,23 m/s - 180°	Hart-Bb.

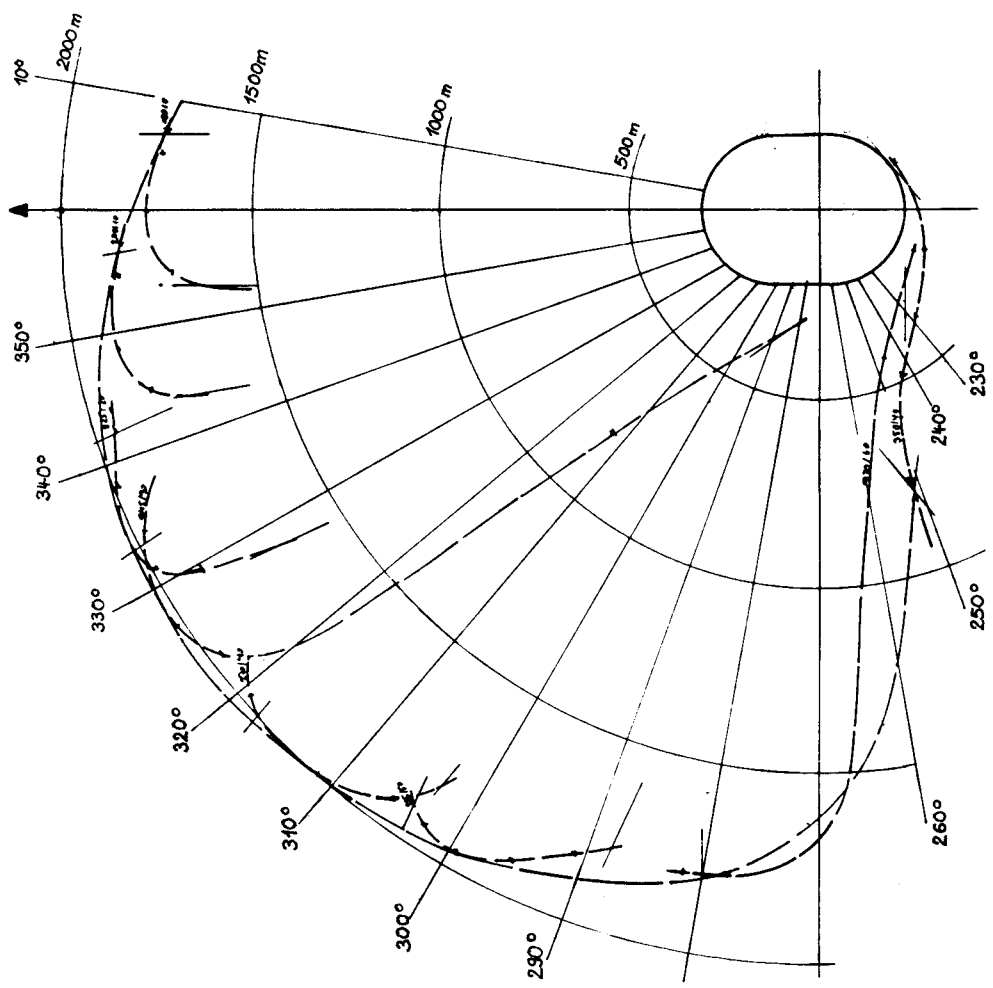


Bild 16

Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s + 180°	Hart-Stb.
Schiff 2	8,23 m/s + 180°	Hart-Stb.

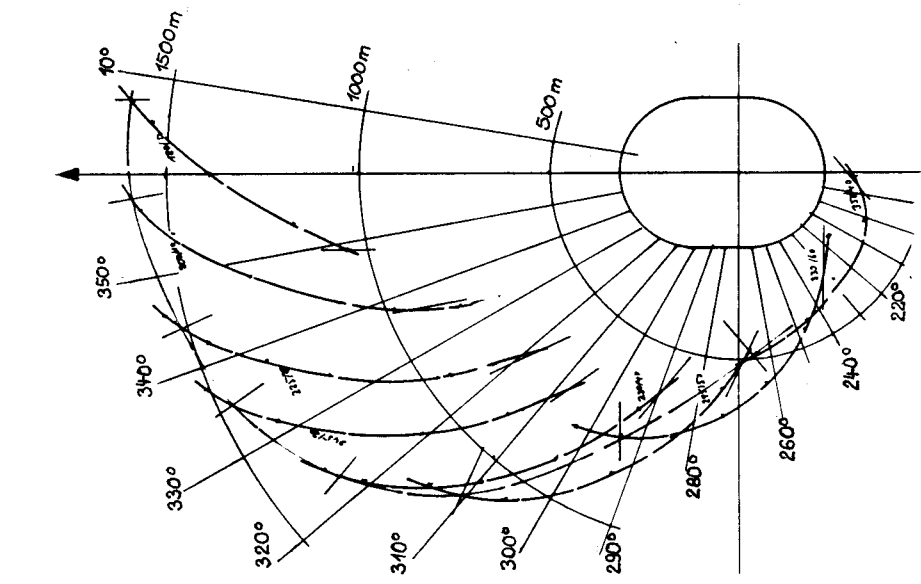


Bild 17

Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s - 180°	Hart-Bb.
Schiff 2	8,23 m/s + 180°	Hart-Stb.

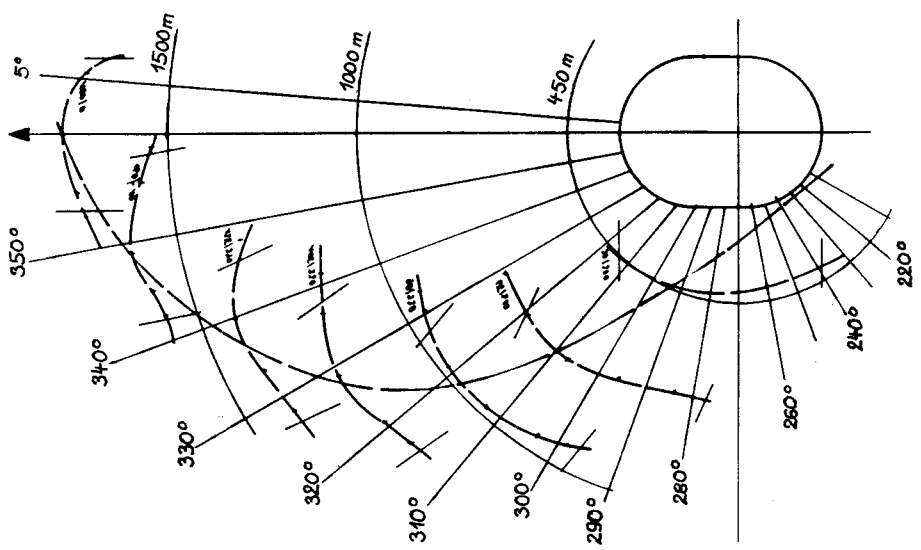


Bild 18

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	- 20°	Bb. 15°
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	- 40°	Bb. 15°
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

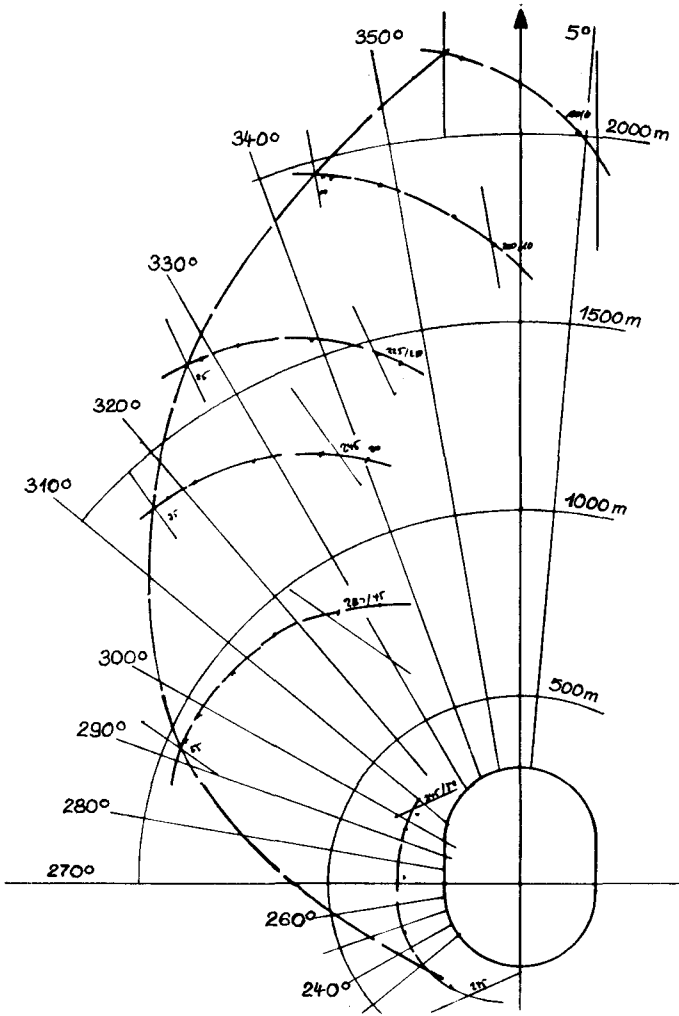


Bild 19

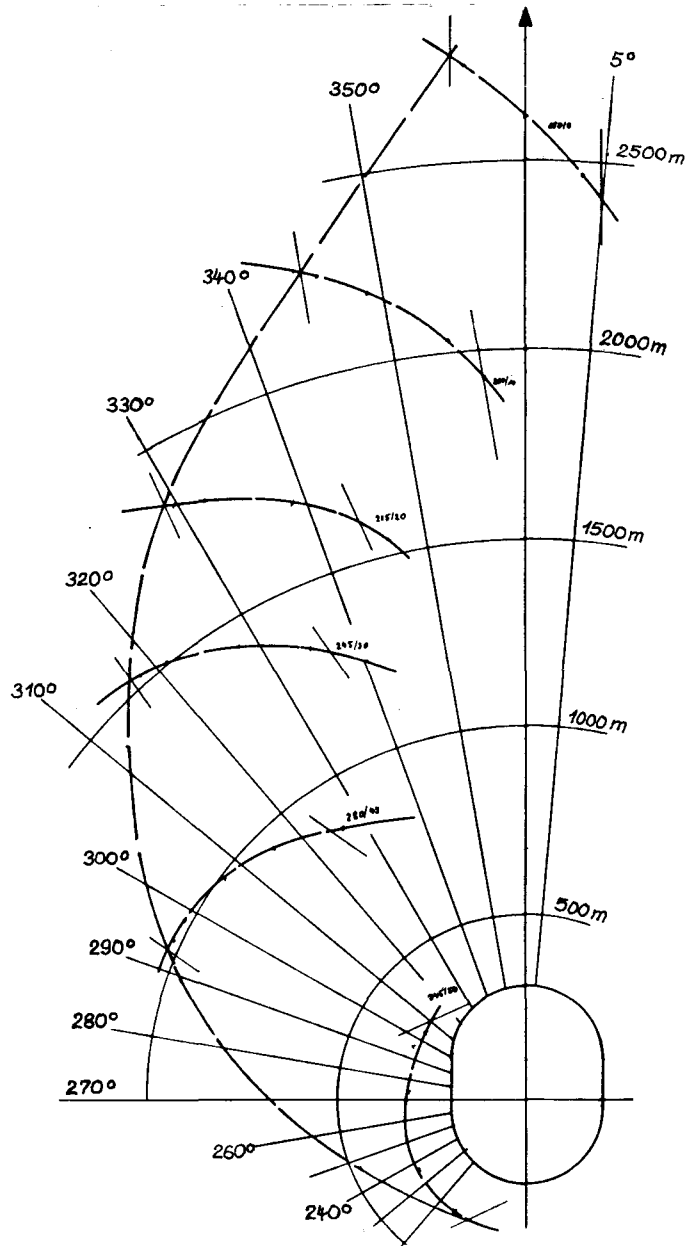


Bild 20

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	9,66 m/s	- 10°	Bb 10°
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

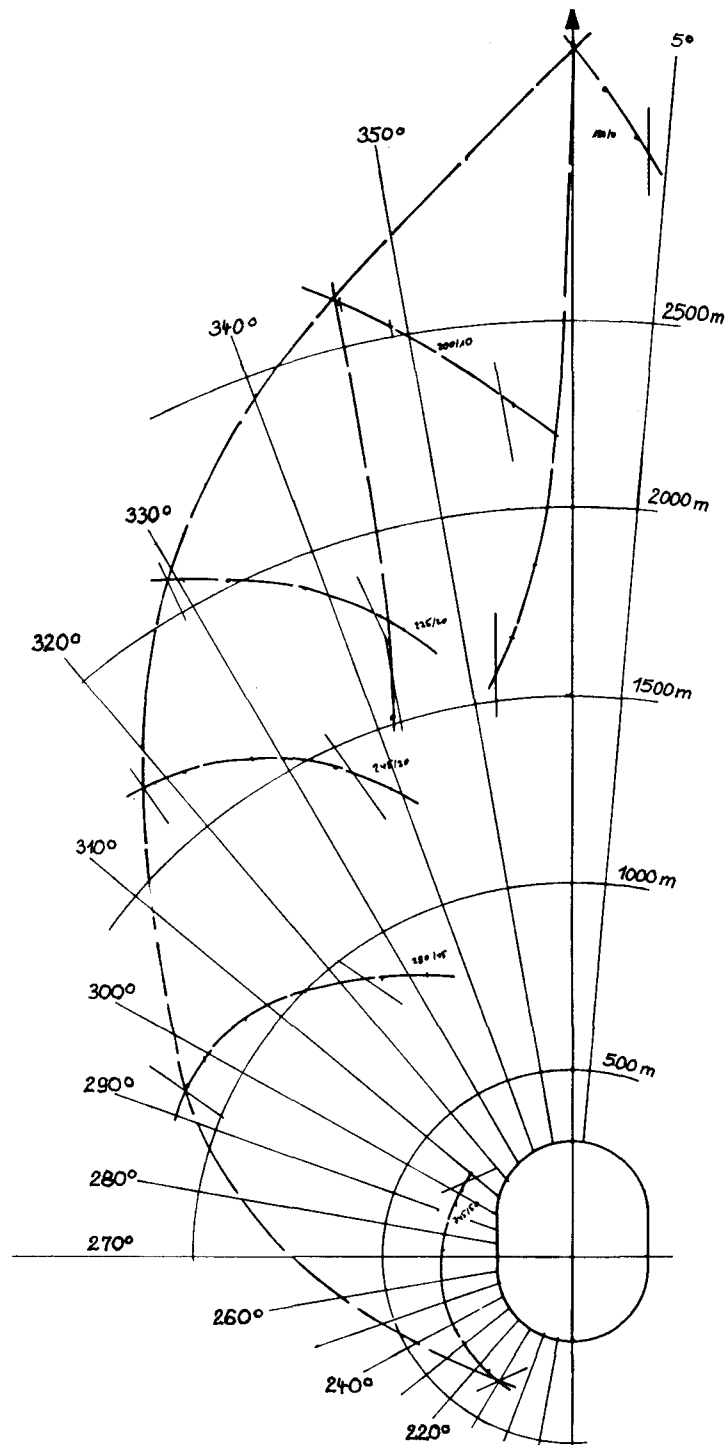


Bild 21

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	12,08 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

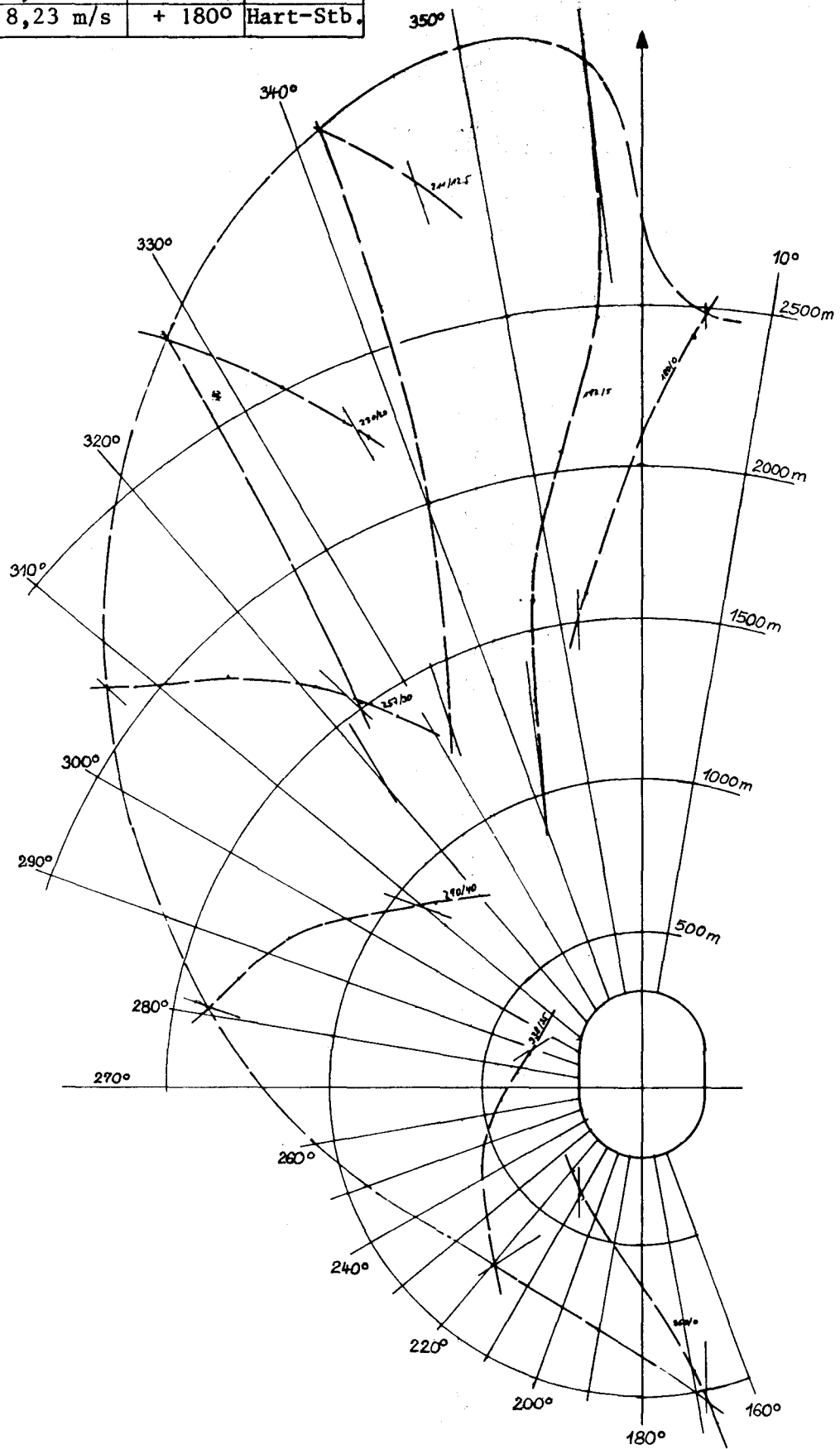


Bild 22

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	12,08 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	- 180°	Hart-Bb.

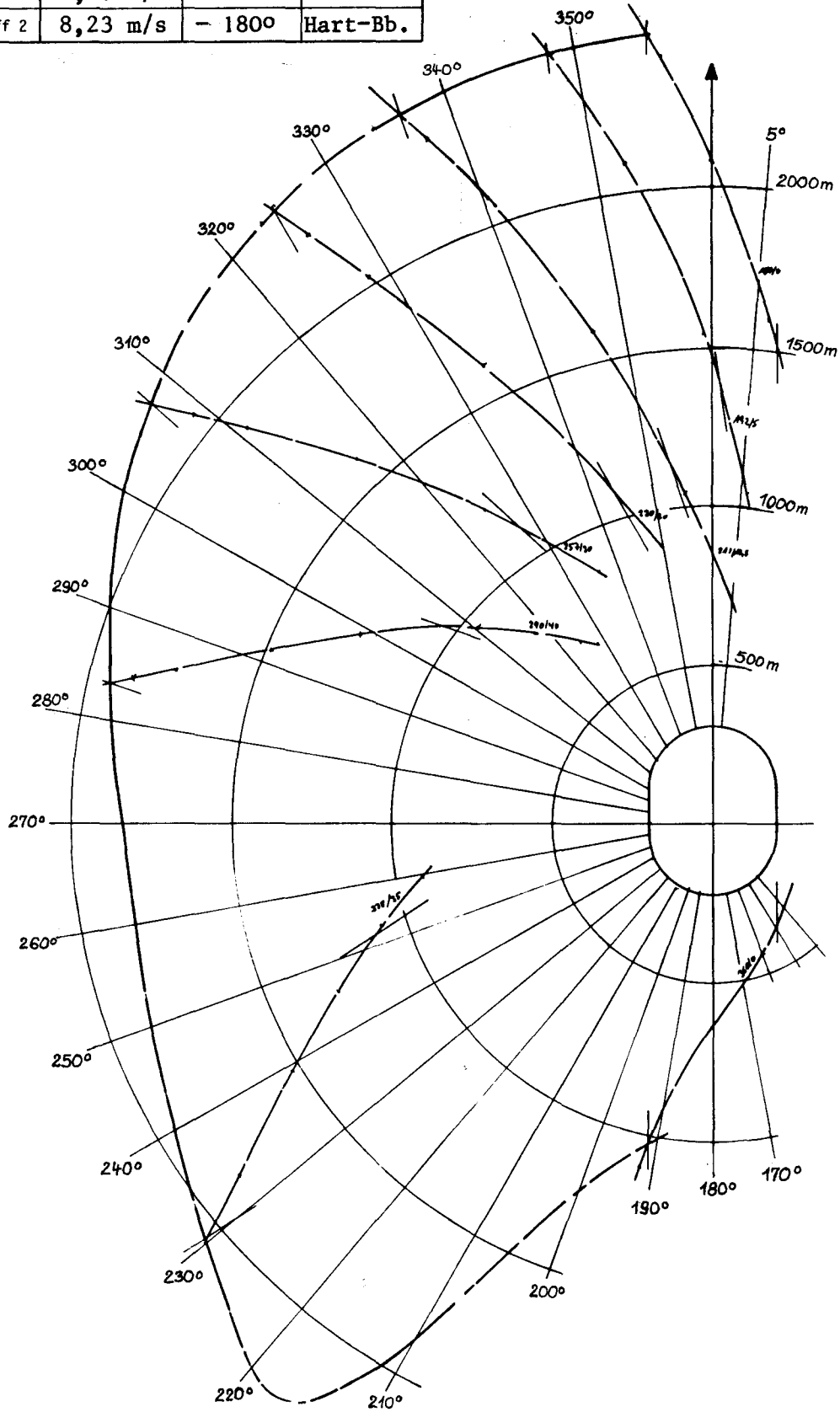


Bild 23

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen

	Geschwindigkeit	Kursänderung	Rudermanöver
Schiff 1	14,49 m/s	0°	—
Schiff 2	8,23 m/s	+ 180°	Hart-Stb.

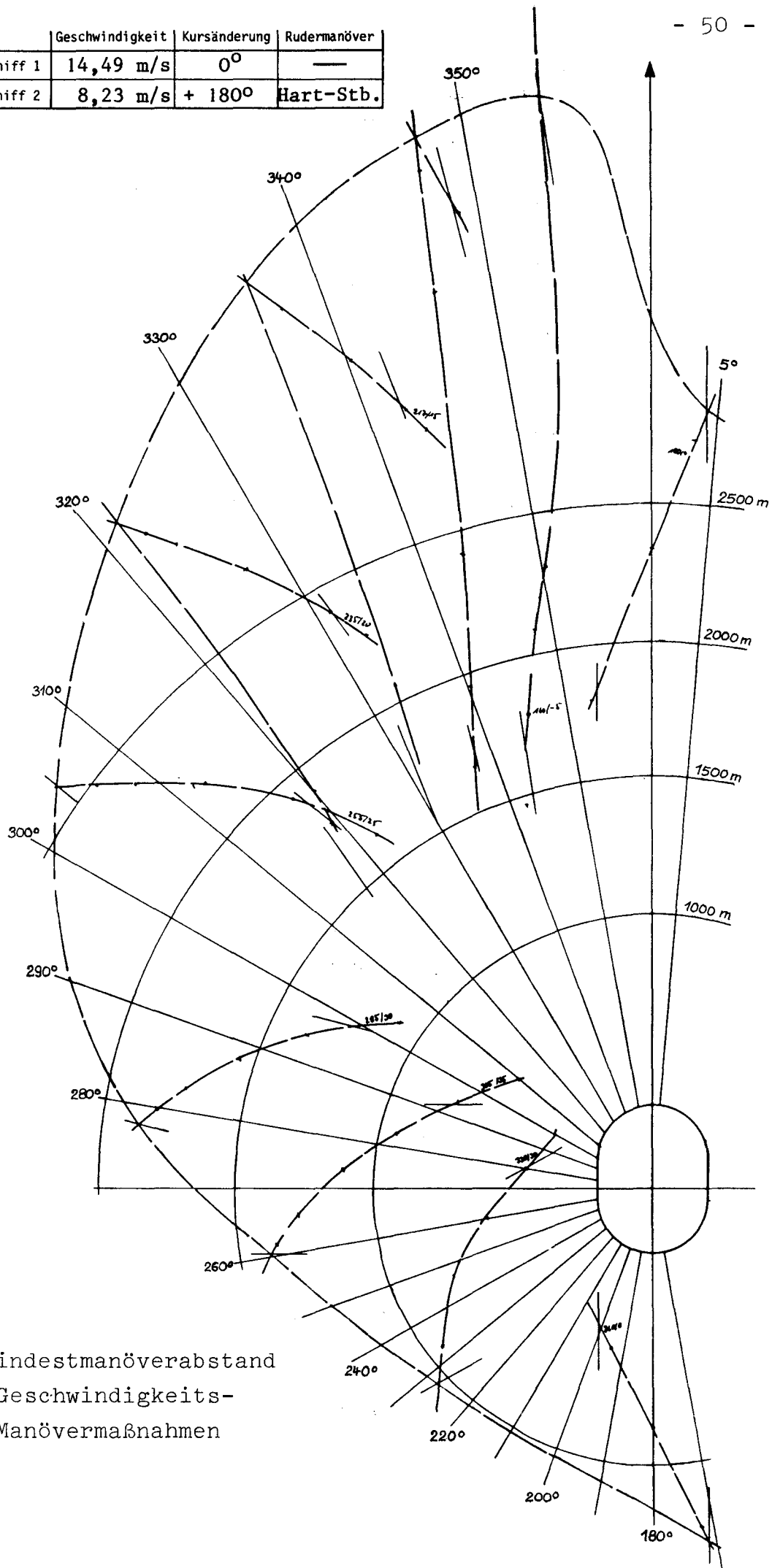
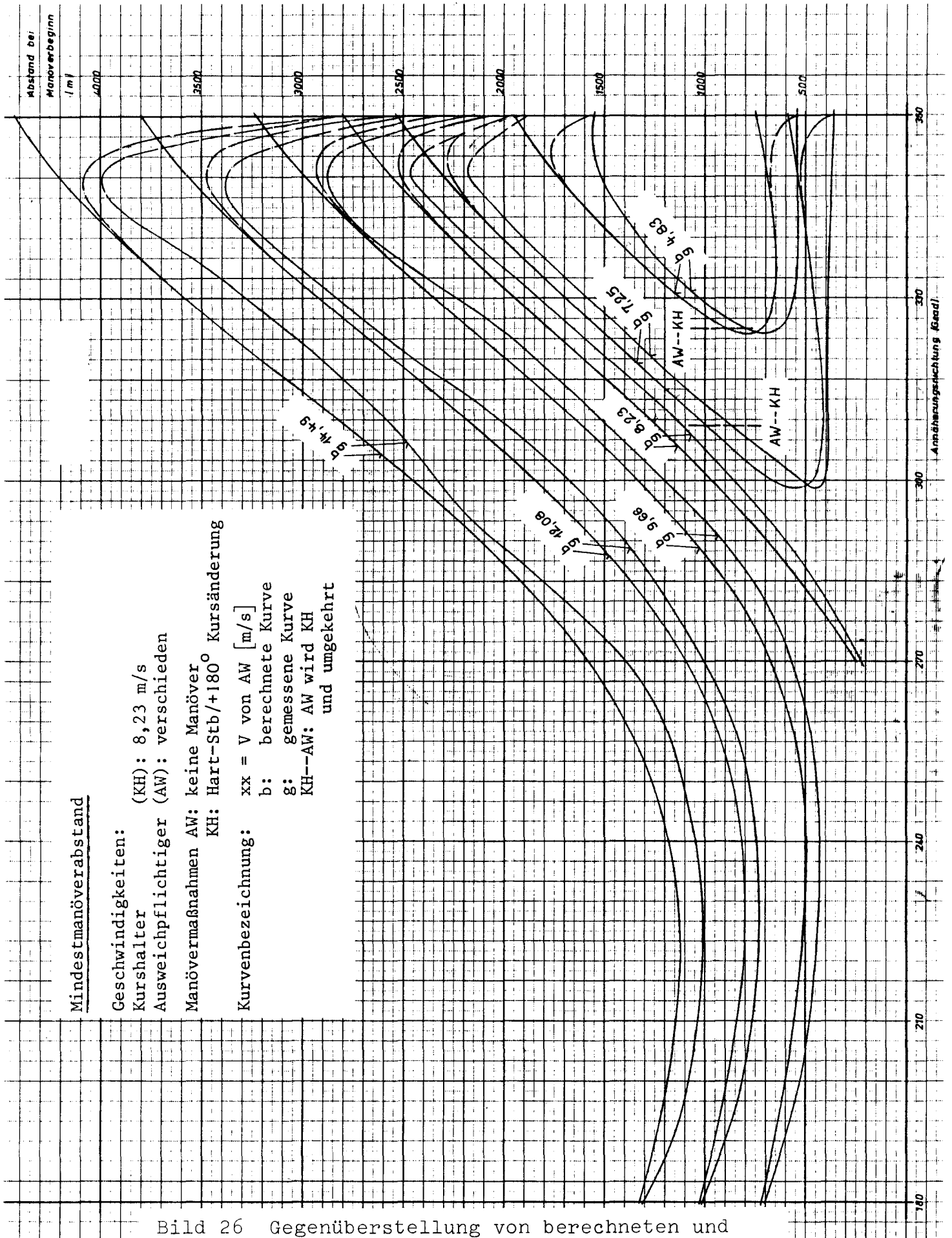


Bild 24

Manöverabstand - Mindestmanöverabstand bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und Manövermaßnahmen



Mindestmanöverabstand

Geschwindigkeiten:

Kurshalter (KH): 8,23 m/s

Ausweichpflichtiger (AW): verschieden

Manövermaßnahmen AW: keine Manöver

KH: Hart-Stb/+180° Kursänderung

Kurvenbezeichnung:

xx = V von AW [m/s]

b: berechnete Kurve

g: gemessene Kurve

KH--AW: AW wird KH und umgekehrt

Bild 26 Gegenüberstellung von berechneten und simulierten Mindestmanöverabstandskurven

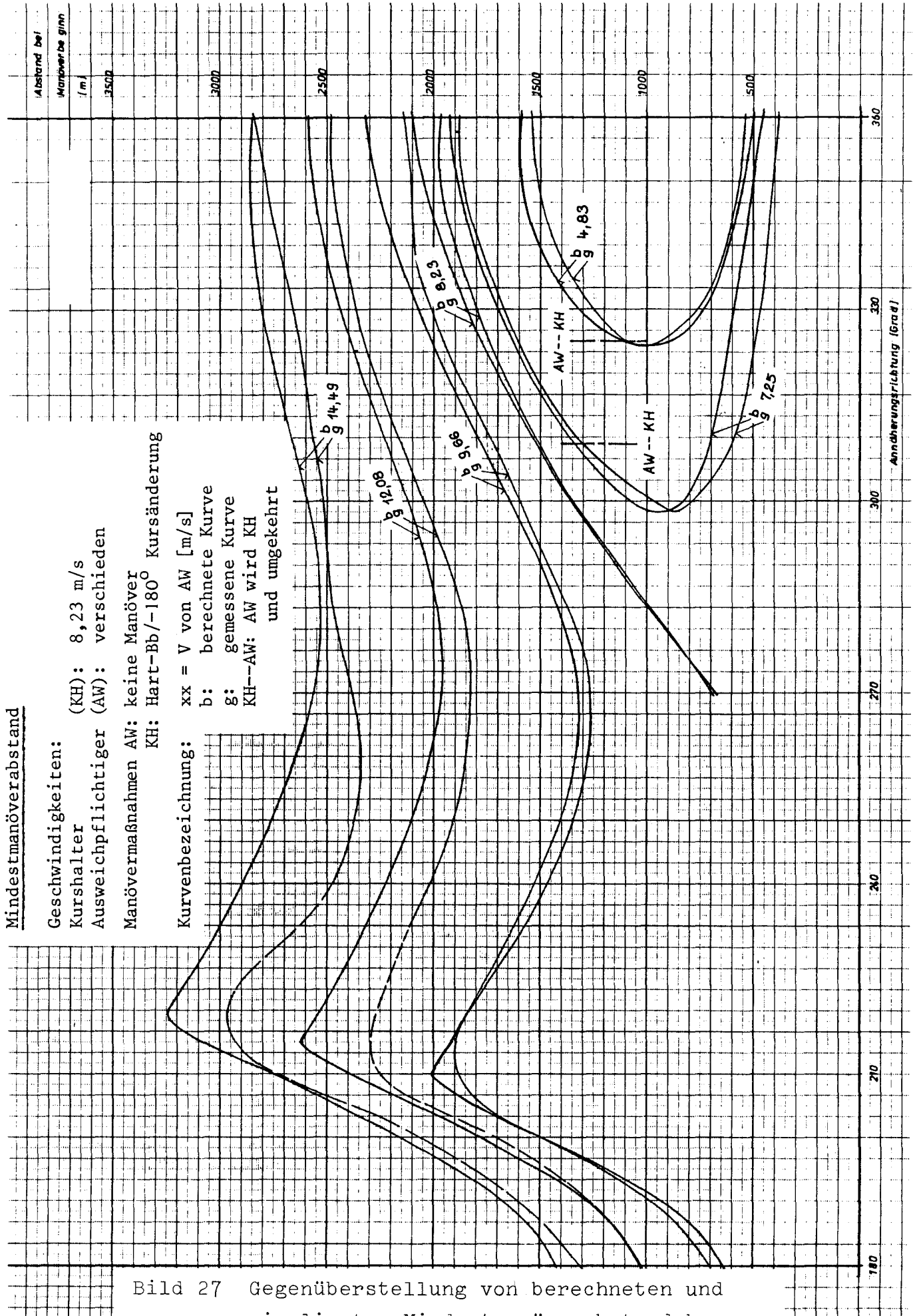


Bild 27 Gegenüberstellung von berechneten und simulierten Mindestmanöverabstandskurven

6.4. Programmlisting

Mit dem folgenden Fortran-Programm sind die vorne beschriebenen Manöver simuliert worden. Die Position MBEW, die das Verhalten des Schiffes bei Manöverbewegungen darstellt, ist nicht aufgelistet.

```
START PSEFTNCOMP (0077.03)
MU STDHP WURDE ERZEUGT
```

```
ANFANG PROTOKULL
```

```
10      EXTERNAL BETAF, DELTAP, MBEW
20      REAL DRRR, DWEGW, DDXXX, DRHV, L, DTT, KRSDF
30      DIMENSION L(2), B(2), XG(2), V(2), WAUL(2), FWKL(2), WIII(2), VR(2)
40      DIMENSION KRSDF(2), XNEUX(2), YNEUY(2), RRDK(7,2), TETA(7,2)
50      DIMENSION VQV(2,82), VVV(2,82), DRHV(2,82), XXX(7,82,2), YYY(7,82,2)
60      DIMENSION STPLG(82), DWEGW(82), ABSTN(82), IPKT1(82), IPKT2(82)
70      DIMENSION WKRS(2,82), RDWKL(2,82), Y(64), RWPLG(82), VAN(82)
80      7  FORMAT (//,5X,24HZEIT BIS MINDESTABSTAND:,I10,2H S,/)
90      8  FORMAT (//,5X,4HZEIT,4X,6HV-ANNA,4X,6HABSTND,5X,5HRWPLG,5X,5HSTPLG
100     1,4X,6HWEGDFF,4X,6HDDXXXX,4X,6HDDYYYY,4X,6HRDRABD,4X,6HPEILNG,/)
110     9  FORMAT (5X,14,F10.3,8F10.1)
120     10  FORMAT (///,20X,39HERMITTLUNG DES MINDESTMANDEVERABSTANDES,/,5X,4
130     17HGEPRUEFT WIRD DIE ANNAEHERUNGSRICHTUNG ZWISCHEN,15X,1F7.1,2X,3HU
140     2ND1F7.1,2X,4HGRAD,/,5X,39HDIE KURSE DES SCHIFFES2 LIEGEN ZWISCHEN,
150     323X,1F7.1,24X,3HUND,1F7.1,2X,4HGRAD,/,37H
160     5    ,/,5X,40HDIE SCHRITTWEITE DER AUSLENKUNG BEIRAEGT,9X,1
170     6F7.2,2X,4HGRAD,/,5X,43HDER AUSGANGSKURS VON SCHIFF1 BETRAEGT IMMER
180     7,5X,1F7.1,2X,4HGRAD,/,10X,27HCHARAKTERISTIKA DER SCHIFFE,/,25X,7
190     8HSCHIFF1,5X,7HSCHIFF2,/,5X,6HLAENGE,14X,1F7.2,5X,1F7.2,/,5X,6HBREI
200     9TE,14X,1F7.2,5X,1F7.2,/,5X,15HGESCHWINDIGKEIT,5X,1F7.2,5X,1F7.2,/,
210     *5X,14HSCHWERPKTSLAGE,6X,1F7.2,5X,1F7.2,/,5X,13HZEITINTERVALL,7X,1F
220     17.2,5X,1F7.2,/,5X,20HKURSAENDERUNG (GRAD),1F7.2,5X,1F7.2,/)
230     11  FORMAT (8F10.2)
240     12  FORMAT (//,9X,49HKURSWERTE,POSITIONEN,PEILUNGEN BEIM MANDEVERIEREN
250     1,6X,21HANNAEHERUNGSRICHTUNG:,1F8.2,/,69X,16HAUSLENKUNGSRCHT:,1F8.2
260     2,/,65X,20HZULAESSIGER ABSTAND:,1F8.2,/,27H
270     3    /,1X,4HZEIT,2X,5HKURS1,3X,6H XX9X1,4X,5HYY9Y1,2X,5HRDWKL,1X,5HD
280     4RH-V,4X,5HXXX1,1X,2HDP,5X,5HYYYY1,5X,5HKURS2,4X,5HXX9X2,4X,5HYY9Y
290     52,2X,5HRDWKL,2X,5HRRH-V,4X,5HXXX2,1X,2HDP,5X,5HYYYY2)
300     13  FORMAT (14,F7.1,2F9.1,2F7.1,F9.1,14,F9.1,3X,F7.1,2F9.1,2F7.1,F9.1,
310     114,F9.1)
320     14  FORMAT (8F8.2)
330     15  FORMAT (110,4F10.2)
340     18  FORMAT (13X,14,5F14.2)
350     20  FORMAT (7F12.6,/,7F12.6,/)
360     21  FORMAT (1110,1F10.2)
```

```
370 451 FURMAT (//,5X,47HVOM LETZTEN AUSWEICHSMANDEVER BIS ZU ,5
380 1X,5HKURS1,3X,7HVSCHFF1,5X,5HKURS2,3X,7HVSCHFF2,2X,8HMIN-ABST,5X,5H
390 2AUSLK,3X,9HANN.RCHTG,/,5X,45HFOLGENDEM ANNAEHERUNGSPKT IST EIN AUS
400 3WEICHEN ,2X,7F10.2,/,5X,45HUM DEN MINDESTABSTAND ZU GEWAHRLEISTE
410 4N, ,/,5X,55HNICHT ERFORDERLICH.BEI DER GEWAHLTEN SCHRITTWEITE
420 5SIND,17,2X,23HPUNKTE GEPRUEFT WURDEN.)
430 KKKK=0
440 KKK=0
450 K=0
460 NN=0
470 WKANA=6.283185
480 GRADF=57.2958
490 DDXXX=0.
500 WK01=360.
510 READ (5,15) LPMAX,WK02,WKANF,AUSLF,DTT
520 READ (5,11) WIII(1),WIII(2),WKAN1,WKANG,SWKAN,WK02G,SAUSL,RMIN
530 READ (5,14) V(1),L(1),B(1),XG(1),V(2),L(2),B(2),XG(2)
540 KDTT=IFIX(DTT)
550 DO 29 J=1,2
560 DO 30 I=1,7
570 RRDK(I,J)=GELESN(0)
580 TETA(I,J)=GELESN(0)
590 30 CONTINUE
600 29 CONTINUE
610 RMAN=RMIN+(47.436+34.206)/2.
620 WRITE (6,10) WKAN1,WKANG,WK02,WK02G,SAUSL,WK01,L(1),L(2),B(1),B(2)
630 1,V(1),V(2),XG(1),XG(2),DTT,DTT,WIII(1),WIII(2)
640 DO 99 I=1,2
650 WRITE (6,20) (RRDK(J,I),J=1,7),(TETA(J,I),J=1,7)
660 99 CONTINUE
670 WKRS(2,1)=WK02
680 ZX=0.
690 C=DTT*V(1)
700 DO 22 LPT=1,LPMAX
710 VDV(1,LPT)=V(1)
720 VVV(1,LPT)=0.
730 DRHV(1,LPT)=0.
740 XXX(1,LPT,1)=ZX
750 YYY(1,LPT,1)=0.
760 ZX=ZX+C
770 WKRS(1,LPT)=WK01
780 RDWKL(1,LPT)=0.
790 22 CONTINUE
800 XNEUX(1)=0.
810 YNEUY(1)=0.
820 KRSDF(1)=0.
830 I=2
840 T=0.
850 LPTT=1
860 VDV(I,1)=V(I)
870 VVV(I,1)=0.0
880 DRHV(I,1)=0.0
890 XXX(1,1,I)=0.
900 YYY(1,1,I)=0.
910 RDWKL(I,1)=0.
920 XNEUX(I)=0.
930 YNEUY(I)=0.
940 KRSDF(I)=0.
950 CALL SHP12 (VDV,VVV,DRHV,XXX,YYY,WKRS,RDWKL,LPMAX,DTT,LPTT,GRADF,T
960 1,WIII,I)
970 WKAN=WKANF
980 401 CONTINUE
```

```
990      IF (WK02.LT.WK02G) GOTO9999
1000      WWK02=WK02/GRADF
1010      WWKAN=WKAN*3.141593/180.
1020      IF (ABS(SIN(WWKAN)+VOV(2,1)/VOV(1,1)*SIN(WWK02-WWKAN)) .GT.0.0600)
1030      1 GOTO 400
1040      AUSLK=360.
1050      IF (K.LT.1) AUSLK=AUSLF
1060      K=K+1
1070      422  CONTINUE
1080      IF (AUSLK.LT.1.) GOTO 400
1090      WAUL(1)=AUSLK/GRADF
1100      IF (COS(WAUL(1)-WWKAN) .LE.0.05) GOTO 420
1110      RS=0.
1120      WAUL(2)=WAUL(1)+3.1416-WWK02
1130      DO 440 I=1,2
1140      IF (ABS(SIN(WAUL(I)))) .GT.0.36) RSS=1.1*B(I)/ABS(SIN(WAUL(I)))
1150      IF (ABS(SIN(WAUL(I))) .LT.0.37) RSS=L(I)/2.
1160      RS=RSS+RS
1170      440  CONTINUE
1180      RRMAX=RS+RMIN
1190      XNEUX(2)=RRMAX*COS(WAUL(1)-WWKAN)
1200      YNEUY(2)=RRMAX*SIN(WAUL(1)-WWKAN)
1210      NNN=0
1220      WANDF=WKAN-WKANA
1230      KRSDF(2)=(WK02-WKRS(2,1))/GRADF
1240      490  CONTINUE
1250      CALL WERTE (VOV, VVV, WKRS, RRDK, TETA, XXX, YYY, NN, KRSDF, WANDF, LPMAX, DD
1260      1XXX, VAN, ABSTN, STPLG, RWPLG, DWEGW, GRADF, IPKT1, IPKT2, XNEUX, YNEUY, WKKA
1270      2N, WKANA, DTT)
1280      IF ((ABSTN(1)-ABSTN(2)) .LT.0.AND.NN.LT.1) GOTO 420
1290      IF (KKKK.GT.0) GOTO 415
1300      416  CONTINUE
1310      KKKK=-1
1320      CALL CLLSN (NN, RWPLG, WKRS, ABSTN, RMAN, LPMAX, DDXXX, STPLG, GRADF, WKAN,
1330      1WK01, WK02, KKK)
1340      NNN=NNN+1
1350      WRITE (6,21) NNN, DDXXX
1360      IF (NN.GT.0) GOTO 490
1370      KKK=0
1380      WRITE (6,12) WKAN, AUSLK, RMIN
1390      DO 200 LPT=1, LPMAX, 10
1400      WKR1=WKRS(1, LPT)
1410      IF (WKR1.LT.0.) WKR1=WKR1+360.
1420      IF (WKR1.GT.360.) WKR1=WKR1-360.
1430      WKR2=WKRS(2, LPT)
1440      IF (WKR2.LT.0.) WKR2=WKR2+360.
1450      IF (WKR2.GT.360.) WKR2=WKR2-360.
1460      LLPT=LPT*KDIT-KDIT
1470      NI=IPKT1(LPT)
1480      MI=IPKT2(LPT)
1490      WRITE (6,13) LLPT, WKR1, XXX(1, LPT, 1), YYY(1, LPT, 1), RDWKL(1, LPT), DRHV
1500      1(1, LPT), XXX(NI, LPT, 1), NI, YYY(NI, LPT, 1), WKR2, XXX(1, LPT, 2), YYY(1, LPT
1510      2, 2), RDWKL(2, LPT), DRHV(2, LPT), XXX(MI, LPT, 2), MI, YYY(MI, LPT, 2)
1520      200  CONTINUE
1530      WRITE (6,8)
1540      DO 199 LPT=1, LPMAX, 10
1550      WEGW=DWEGW(LPT)
1560      IF (WEGW.LT.0.) WEGW=WEGW+360.
1570      IF (WEGW.GT.360.) WEGW=WEGW-360.
1580      STP=STPLG(LPT)
1590      IF (STP.LT.0.) STP=STP+360.
1600      IF (STP.GT.360.) STP=STP-360.
```

```
1610 RWP=RWPLG(LPT)
1620 IF (RWP.LT.0.) RWP=RWP+360.
1630 IF (RWP.GT.360.) RWP=RWP-360.
1640 LLPT=LPT*KDIT-KDIT
1650 NI=IPKT1(LPT)
1660 MI=IPKT2(LPT)
1670 XX=XXX(MI,LPT,2)-XXX(NI,LPT,1)+40.8*CDS(RWP/GRADF-WWKAN)
1680 YY=YYY(MI,LPT,2)-YYY(NI,LPT,1)+40.8*SIN(RWP/GRADF-WWKAN)
1690 X1=XXX(NI,LPT,1)-XXX(3,LPT,2)
1700 Y1=YYY(NI,LPT,1)-YYY(3,LPT,2)
1710 XDY=SQRT(X1**2.+Y1**2.)-B(1)/2.
1720 GPEIL=GRADF*(BETAF(X1,Y1)+WWKAN)
1730 IF (GPEIL.LT.0.) GPEIL=GPEIL+360.
1740 IF (GPEIL.GT.360.) GPEIL=GPEIL-360.
1750 AB=ABSTN(LPT)-40.821
1760 WRITE (6,9) LLPT,VAN(LPT),AB,RWP,STP,WEGW,XX,YY,XDY,GPEIL
1770 199 CONTINUE
1780 ITTT=LPMAX*KDIT
1790 DO 201 ITT=1,LPMAX
1800 IF (ABSTN(ITT)-RMAN.LT.1.3) ITTT=ITT*KDIT-KDIT
1810 201 CONTINUE
1820 WRITE (6,7) ITTT
1830 420 CONTINUE
1840 WKA=WKAN
1850 AUS=AUSLK
1860 AUSLK=AUSLK-SAUSL
1870 KKKK=KKKK+1
1880 GOTO 422
1890 400 CONTINUE
1900 WKO2=GELESN(0)
1910 WKAN=GELESN(0)
1920 K=K+1
1930 GOTO 401
1940 415 CONTINUE
1950 KK=0
1960 WRITE (6,451) WKO1,VDV(1,1),WKO2,VDV(2,1),RMIN,AUS,WKA,KKKK
1970 GOTO 416
1980 9999 CONTINUE
1990 WRITE (6,451) WKO1,VDV(1,1),WKO2,VDV(2,1),RMIN,AUS,WKA,KKKK
2000 END
```

ENDE PROTOKOLL
KEINE SYNTAXFEHLER

ENDE PS&FTNCOMP (0077.03) 3.08

START PS&FTNCOMP (0077.03)
MU WERTE WURDE ERZEUGT

ANFANG PROTOKOLL

```
2010 SUBROUTINE WERTE (VDV,VVV,WKRS,RRDK,TETA,XXX,YYY,NN,KRSDF,WANDF,LP
2020 1MAX,DDXXX,VAN,ABSTN,STPLG,RWPLG,DWEGW,GRADF,IPKT1,IPKT2,XNEUX,YNEU
2030 2Y,WWKAN,WKANA,DTT)
2040 EXTERNAL BETAF
2050 REAL DDXXX,DWEGW,DRKR,DXXX,DYYY,DXXXI,DYYYI,KRSDF,DTT
2060 DIMENSION XXX(7,LPMAX,2),YYY(7,LPMAX,2),VAN(LPMAX),ABSTN(LPMAX)
2070 DIMENSION STPLG(LPMAX),RWPLG(LPMAX),DWEGW(LPMAX),IPKT1(LPMAX)
2080 DIMENSION IPKT2(LPMAX),KRSDF(2),XNEUX(2),YNEUY(2),RRDK(7,2),TETA(7
2090 1,2),WKRS(2,LPMAX),VDV(2,LPMAX),VVV(2,LPMAX),VR(2),FWKL(2)
2100 IF(NN.GT.0) GOTO 530
2110 WKANA=WWKAN
2120 DO 700 LPT=1,LPMAX
2130 WKRS(2,LPT)=WKRS(2,LPT)+KRSDF(2)*GRADF
```

```
2140 DWEGW(LPT)=WKRS(2,LPT)-WKRS(1,LPT)
2150 700 CONTINUE
2160 DO 500 N=1,2
2170 WWW=WANDF-KRSDF(N)
2180 XDX=XNEUX(N)-(XXX(1,1,N)*COS(WWW)+YYY(1,1,N)*SIN(WWW))
2190 YDY=YNEUY(N)-(YYY(1,1,N)*COS(WWW)-XXX(1,1,N)*SIN(WWW))
2200 DO 510 LPT=1,LPMAX
2210 WIN=WKRS(N,LPT)/GRADF-WWKAN
2220 XXXXX=XDX+XXX(1,LPT,N)*COS(WWW)+YYY(1,LPT,N)*SIN(WWW)
2230 YYYYY=YDY-XXX(1,LPT,N)*SIN(WWW)+YYY(1,LPT,N)*COS(WWW)
2240 DO 520 J=1,7
2250 XXX(J,LPT,N)=XXXXX+RRDK(J,N)*COS(WIN+TETA(J,N))
2260 YYY(J,LPT,N)=YYYYY+RRDK(J,N)*SIN(WIN+TETA(J,N))
2270 520 CONTINUE
2280 510 CONTINUE
2290 500 CONTINUE
2300 GOTO 599
2310 530 CONTINUE
2320 DO 531 LPT=1,LPMAX
2330 DO 532 J=1,7
2340 XXX(J,LPT,2)=XXX(J,LPT,2)+DDXXX
2350 532 CONTINUE
2360 531 CONTINUE
2370 599 CONTINUE
2380 DO 600 LPT=1,LPMAX
2390 RRR=25E+7
2400 DO 610 LL=1,7
2410 DO 620 JJ=1,7
2420 DXXX=XXX(JJ,LPT,1)-XXX(LL,LPT,2)
2430 DYYY=YYY(JJ,LPT,1)-YYY(LL,LPT,2)
2440 DRRR=DXXX**2.+DYYY**2.
2450 IF (DRRR.GT.RRR) GOTO 631
2460 ABSTN(LPT)=SQRT(DRRR)
2470 IPKT1(LPT)=JJ
2480 IPKT2(LPT)=LL
2490 RRR=DRRR
2500 631 CONTINUE
2510 620 CONTINUE
2520 610 CONTINUE
2530 KDA1=IPKT1(LPT)
2540 KDA2=IPKT2(LPT)
2550 DXXXI=XXX(KDA1,LPT,1)-XXX(KDA2,LPT,2)
2560 DYYYI=YYY(KDA1,LPT,1)-YYY(KDA2,LPT,2)
2570 RWPW=BETAF(DXXXI,DYYYI)
2580 RWPLG(LPT)=(RWPW+WWKAN)*GRADF
2590 STPLG(LPT)=RWPLG(LPT)-WKRS(2,LPT)
2600 KK=LPT
2610 IF (LPT.LT.2) KK=2
2620 VAN(LPT)=(ABSTN(KK-1)-ABSTN(LPT))/DTT
2630 IF (LPT.EQ.2) VAN(1)=VAN(2)
2640 600 CONTINUE
2650 RETURN
2660 END
```

ENDE PROTOKOLL
KEINE SYNTAXFEHLER

ENDE PS&FTNCOMP (0077.03) 1.43

START PS&FTNCOMP (0077.03)
MU BETAF WURDE ERZEUGT

ANFANG PROTOKOLL

```
2670      FUNCTION BETAF (XOXI,YOYI)
2680      IF (ABS(XOXI).LT.0.01) GOTO 5555
2690      BETAP=ATAN(YOYI/XOXI)
2700      IF (XOXI.LT.0.) BETAP=3.141593+BETAP
2710      BETAF=BETAP
2720      RETURN
2730      5555 BETAP=1.570796
2740      IF (YOYI.LT.0.) BETAP=4.71239
2750      BETAF=BETAP
2760      RETURN
2770      END
```

ENDE PROTOKOLL
KEINE SYNTAXFEHLER

ENDE PS&FTNCOMP (0077.03) 0.62

START PS&FTNCOMP (0077.03)
MD SHP12 WURDE ERZEUGT

ANFANG PROTOKOLL

```
2780      SUBROUTINE SHP12 (VDV,VVV,DRHV,XXX,YYY,WKRS,RDWKL,LPMAX,DTT,LPTT,G
2790      IRADF,T,WIII,I)
2800      REAL DTT,DRHV,DT
2810      EXTERNAL MBEW,DELTAP
2820      DIMENSION VDV(2,LPMAX),VVV(2,LPMAX),DRHV(2,LPMAX),XXX(7,LPMAX,2)
2830      DIMENSION YYY(7,LPMAX,2),WKRS(2,LPMAX),RDWKL(2,LPMAX),Y(64)
2840      DIMENSION WIII(2)
2850      COMMON WII
2860      LPT=LPTT
2870      DT=DTT
2880      WKKK=WKRS(I,LPT)+WIII(I)
2890      WII=(WKKK-WKRS(I,LPT))/GRADF
2900      Y(1)=VDV(I,LPT)
2910      Y(2)=VVV(I,LPT)
2920      Y(3)=DRHV(I,LPT)/GRADF
2930      Y(4)=XXX(1,LPT,I)
2940      Y(5)=YYY(1,LPT,I)
2950      Y(6)=WKRS(I,LPT)/GRADF
2960      Y(7)=RDWKL(I,LPT)/GRADF
2970      100 CONTINUE
2980      CALL MBEW (Y,T,DT)
2990      LPT=LPT+1
3000      VDV(I,LPT)=Y(1)
3010      VVV(I,LPT)=Y(2)
3020      DRHV(I,LPT)=Y(3)*GRADF
3030      XXX(1,LPT,I)=Y(4)
3040      YYY(1,LPT,I)=Y(5)
3050      WKRS(I,LPT)=Y(6)*GRADF
3060      WII=WKKK/GRADF-Y(6)
3070      RDWKL(I,LPT)=Y(7)*GRADF
3080      IF (LPT.LT.LPMAX) GOTO 100
3090      RETURN
3100      END
```

ENDE PROTOKOLL
KEINE SYNTAXFEHLER

ENDE PS&FTNCOMP (0077.03) 1.19

START PS&FTNCOMP (0077.03)
MD DELTAP WURDE ERZEUGT

ANFANG PROTOKOLL

```
3110     FUNCTION DELTAP (Y,T)
3120     DIMENSION Y(64)
3130     COMMON WII
3140     DELTAP=0.
3150     IF (T.LT.8.) RETURN
3160     RMNVR=0.
3170     YY=-3.*(WII/3.-9.*Y(3))
3180     YY=AMIN1(+0.59,AMAX1(-0.59,YY))
3190     DELTAP=(YY-Y(7))/2.
3200     DELTAP=AMIN1(0.02618,AMAX1(-0.02618,DELTAP))
3210     RETURN
3220     END
```

ENDE PROTOKOLL
KEINE SYNTAXFEHLER

ENDE PS&FTNCOMP (0077.03) 0.64

START PS&FTNCOMP (0077.03)
MD CLLSN WURDE ERZEUGT

ANFANG PROTOKOLL

```
3230     SUBROUTINE CLLSN (NN,RWPLG,WKRS,ABSTN,RMIN,LPMAX,DDXXX,STPLG,GRADF
3240     1,WKAN,WK01,WK02,KKK)
3250     REAL DDXXX
3260     DIMENSION RWPLG(LPMAX),WKRS(2,LPMAX),ABSTN(LPMAX),STPLG(LPMAX)
3270     LPT=1
3280     997 CONTINUE
3290     LPT=LPT+1
3300     IF (ABSTN(LPT-1).LT.ABSTN(LPT).AND.ABSTN(LPT-1)+0.1.LT.RMIN) GOTO
3310     1998
3320     IF (LPT.LT.LPMAX) GOTO997
3330     IF (RMIN-0.1.GT.ABSTN(LPMAX-1)) GOTO 998
3340     LPT=2
3350     IF (ABS(RMIN-ABSTN(1)).GT.0.1.AND.KKK.LT.1) GOTO 998
3360     IF (DDXXX.GT.2.AND.NN.GT.0.AND.NN.LT.51) GOTO 995
3370     DDXXX=0.
3380     NN=0
3390     RETURN
3400     998 CONTINUE
3410     KKK=1
3420     LPT=LPT-1
3430     RXY=ABSTN(LPT)
3440     AA=(RWPLG(LPT)-WKAN)/GRADF
3450     FF=1.-(RXY*SIN(AA)/RMIN)**2.
3460     IF (FF.GT.0.) F=SQRT(FF)
3470     IF (FF.LE.0.) F=-SQRT(-FF)
3480     BB=RMIN*F
3490     B=-SQRT(BB**2.-RMIN**2.+RXY**2.)
3500     DDXXX=(BB+B)*3.
3510     IF (NN.GT.50) DDXXX=DDXXX/3.
3520     IF (BB.LT.0.) DDXXX=-BB+B
3530     NN=NN+1
3540     RETURN
3550     995 CONTINUE
3560     DDXXX=-2.*DDXXX/3.+1.
3570     NN=51
3580     RETURN
3590     END
```

ENDE PROTOKOLL
KEINE SYNTAXFEHLER

ENDE PS&FTNCOMP (0077.03) 0.91

6.5. Beschreibende Daten der Schiffe
und Beispiel eines Ergebnisausdruckes
(beide Schiffe manövrieren)

ERMITTLUNG DES MINDESTMANÖVREABSTANDES
GEPRÜFT WIRD DIE ANNAEHERUNGSRICHTUNG ZWISCHEN
DIE KURSE DES SCHIFFES 2 LIEGEN ZWISCHEN 180.0 UND 0.0 GRAD
180.0 UND 0.0 GRAD
DIE SCHRITTBREITE DER AUSLENKUNG BETRÄGT 15.00 GRAD
DER AUSGANGSKURS VON SCHIFF 1 BETRÄGT IMMER 360.0 GRAD

CHARAKTERISTIKA DER SCHIFFE

LAENGE	SCHIFF 1	SCHIFF 2	
BREITE	228.50	172.00	
GESCHWINDIGKEIT	36.60	25.35	
SCHWERPKTSLAGE	9.66	8.23	
ZEITINTERVALL	-0.60	4.63	
KURSAENDERUNG (GRAD)	7.00	180.00	
0.0	30.177000	60.354000	30.177000
0.0	3.141600	3.141600	0.0
			60.354000
			0.0
0.0	22.966000	45.932000	68.898000
0.0	3.141600	3.141600	0.0
			45.932000
			68.898000
			0.0

WIRKLICHE LAENGE/ANGELEGEBENE LAENGE 1.00000
WASSERDICHTHEIT 1.025
SCHIFFSLAENGE 216.000
SCHIFFSBREITE 36.600
SCHIFFSTIEFGANG 11.450
HAUPTSPANTWIDELIGKEIT 0.990
VERDRAENGUNG 64017.000
VERDRAENGUNGSSCHWERPUNKT VOR HAUPTSPANT 191340411.190
LAENGENTRAECHTHEITSDIEMER -0.600
LAENGENKOORDINATE DER ABREISSKANTE -102.600
TIEFGANG BEI ABREISSKANTE 11.750

DATEN DES SCHIFFSRUMPFS

X-KOORDINATE	TIEFGANG	WL-BREITE	SPANTFLAECHE	BEIWEIT CQ
-102.600	11.750	17.600	22.500	1.000
-99.900	11.600	20.800	54.000	1.000
-97.200	11.450	23.200	84.000	1.000
-86.400	11.450	28.600	163.000	1.000
-75.600	11.450	35.400	242.000	1.000
-54.000	11.450	36.300	366.000	1.000
-32.400	11.450	36.600	420.000	1.000
0.0	11.450	36.600	422.000	1.000
32.400	11.450	36.600	419.000	1.000
64.800	11.450	29.950	297.000	1.000
97.200	11.450	8.000	73.000	1.000
102.600	11.450	4.600	47.000	1.000
108.000	11.450	0.500	28.000	1.000
108.000				

RM = 65617.425 RMX = 6179.910 RIZ = 191340411.190 RMUEH = 222.319
RMY = 55482.705 RY = 5.758 RJZ = 168895751.964

MITTLERE LAENGSGESCHWINDIGKEIT 9.660
SOGZIFFER 0.240
NACHSTROMZIFFER 0.300

LAENGENKOORDINATE PROPELLER -105.400
 PROPELLERWELLE UNTER KOKER BZW. WL 6.100
 PROPELLERDURCHMESSER 7.625
 PROPELLERSTEIFUNG 5.338
 PROPELLERDREHZAHL 1.840
 PROPELLER-FLAECHENVERHAELTNIS 0.700
 PROPELLER-FLUEGELZAHL 4.
 SCHRAUBENBRUNNENLAENGE 4.600
 LAENGENKOORDINATE DES RUDERDRUCKPUNKTS -108.250
 CQ DES RUDERS 1.000
 RUDERFLAECHE 45.000000
 ABSTAND OBERKANTE RUDER VON RUMPF 0.400
 ABSTAND UNTERKANTE RUDER VON RUMPF 9.400
 RUDERWINKELFAKTOR 1.000
 GRENZANSTELLENWINKEL 30.000
 ANZAHL HEHENAHSCHNITTE DES RUDERS 21.
 PROFILLAENGEN, BEGINNEND MIT DEM OBERSTEN ABSCHNITT
 5.000 5.000 5.000 5.000 5.000 5.000
 5.000 5.000 5.000 5.000 5.000 5.000

ANSTROMGESCHWINDIGKEITEN DES RUDERS
 6.762 6.762 6.762 6.762 6.762 6.762
 9.730 9.730 9.730 9.730 9.730 9.730
 8.453 8.453 8.453 8.453 8.453 8.453

CL(1)= 2.525 VA/VM= 0.759

WIRKLICHE LAENGE/ANGELEGENE LAENGE 1.000000
 WASSEKDICHTE 1.025
 SCHIFFSLAENGE 166.500
 SCHIFFSBREITE 25.350
 SCHIFFSTIEFGANG 10.000
 HAUPTSPANTVEHLIGKEIT 0.997
 VERDRAENGUNG 33172.000
 VERDRAENGUNGSSCHWERPUNKT VOR HAUPTSPANT 4.630
 LAENGETRAEGHEITSMOMENT 54302067.054
 LAENGENKOORDINATE DER ABREISSKANTE -74.000
 TIEFGANG BEI ABREISSKANTE 10.200

DATEN DES SCHIFFSRUMPFS	TIEFGANG	WL-BREITE	SPANTFLAECHE	BEIWEERT CQ
X-KOORDINATE	10.200	18.200	37.500	1.000
-74.000	10.100	22.100	72.500	1.000
-69.000	10.000	24.800	109.000	1.000
-64.000	10.000	25.350	208.000	1.000
-48.000	10.000	25.350	248.400	1.000
-32.000	10.000	25.350	252.400	1.000
0.0	10.000	25.350	252.400	1.000
32.000	10.000	25.100	244.400	1.000
56.000	10.000	25.100	244.400	1.000
80.000	10.000	1.000	29.500	1.000
80.000				

RM= 34001.300 RMX= 3476.793 RIZ= 54302067.054 RMUEH= 167.533
 RMY= 33348.906 XY= 9.420 RJZ= 62686195.705

MITTLERE LAENGSGESCHWINDIGKEIT 8.230
 SUGZIFFER 0.192
 NACHSTROMZIFFER 0.359
 LAENGENKOORDINATE PROPELLER -77.000
 PROPELLERWELLE UNTER KOKER BZW. WL 4.700
 PROPELLERDURCHMESSER 5.780
 PROPELLERSTEIFUNG 4.255
 PROPELLERDREHZAHL 1.940

PROPELLER-FLAECHEVERHAELTNIS 0.674
 PROPELLER-FLUEGELZAHL 5.
 SCHRAUBENBRUNNENLAENGE 4.700
 LAENGENKORDINATE DES RUDERDRUCKPUNKTS -80.200
 CQ DES RUDERS 1.000
 RUDERFLAECHE 29.62500
 ABSTAND OBERKANTE RUDER VON RUMPF 0.350
 ABSTAND UNTERKANTE RUDER VON RUMPF 8.650
 RUDERWINKELFAKTOR 0.920
 GRENZANSTELLWINKEL 30.000
 ANZAHL HCEHENABSCHNITTE DES RUDERS 21.
 PROFILLAENGEN,BEGINNEND MIT DEM OBERSTEN ABSCHNITT

4.100	4.060	4.020	3.980	3.940	3.900	3.860	3.820	3.780	3.740
3.700	3.660	3.620	3.580	3.540	3.500	3.460	3.420	3.380	3.340
5.275	5.275	5.275	5.275	5.275	7.887	8.406	8.406	8.406	8.406
8.406	8.406	8.406	8.406	8.406	8.406	7.920	5.275	5.275	5.275

ANSTREMGESCHWINDIGKEITEN DES RUDERS

CL(1)= 3.018 VA/VM= 0.723
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 EXTRAPOLATION IN RLAP WITH RESPECT TO LONG. CENTER OF BUOYANCY
 1 673.75
 2 674.51
 3 495.23
 4 116.90
 5 331.02
 6 676.31
 7 -449.88
 8 225.06
 9 127.49
 10 29.72
 11 1.52
 12 0.0

KURSWERTE,POSITIONEN,PEILUNGEN BEIM MANOEUVERIEREN ANNAEHERUNGSRICHTUNG: 0.0
 AUSLENKUNGSRICHT: 360.00
 ZULAESSIGER ABSTAND: 165.20

ZEIT	KURSI	XX9X1	YY9Y1	RCWKL	DRH-V	XXXX1	DP	YYYY1	KURSI	XX9X2	YY9Y2	RDWKL	DRH-V	XXXX2	DP	YYYY2
0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.5	7	0.0	180.0	3287.1	0.0	0.0	0.0	3218.2	7	0.0
70	349.8	673.6	-25.5	-4.0	-0.2	762.7	7	-41.5	229.4	2743.4	-77.5	-33.8	1.4	2698.6	7	-129.8
140	344.3	1327.1	-169.7	-5.0	0.0	1414.3	7	-194.2	322.3	2654.1	-456.7	-15.7	1.1	2599.6	4	-414.6
210	351.0	1977.8	-327.0	3.0	0.1	2067.2	7	-341.2	4.6	2972.4	-598.1	9.2	0.2	2903.7	4	-603.6
280	353.4	2641.1	-419.9	2.8	-0.0	2731.0	7	-430.4	5.8	3377.7	-565.2	3.5	-0.1	3309.2	4	-572.2
350	348.9	3305.3	-513.8	-2.3	-0.1	3394.1	7	-531.2	357.7	3840.0	-543.1	-3.6	-0.1	3771.2	4	-540.4
420	347.8	3962.9	-649.3	-1.6	0.0	4051.4	7	-668.4	358.3	4342.3	-563.6	-0.6	0.1	4273.4	4	-561.5
490	351.1	4622.3	-779.2	1.9	0.0	4711.8	7	-793.3	1.7	4871.5	-567.3	2.1	0.0	4802.6	4	-569.3
560	351.5	5287.2	-880.5	1.0	-0.0	5287.2	1	-880.5	0.4	5417.6	-553.8	-0.4	-0.0	5348.7	4	-554.3

ZEIT V-ANNA ABSTND RWPLG STPLG WEGOFF DDXXXX DDDYYY RDRABD PEILNG

0	17.689	3086.8	180.0	0.0	3086.9	C.0	3224.2	180.0
70	14.539	1897.0	177.4	308.0	1895.1	-86.4	1992.3	180.0
140	6.892	1164.8	169.5	207.1	1145.2	-213.0	1207.8	169.0
210	4.190	835.8	162.6	158.0	797.5	-250.2	879.7	163.1
280	3.733	554.5	166.2	160.4	536.5	-132.1	598.7	166.9
350	2.587	336.4	178.6	180.9	326.3	-8.2	381.8	178.6
420	1.182	205.6	205.7	207.4	185.3	89.2	248.7	203.4
490	-0.817	200.9	247.9	246.2	75.5	186.1	233.5	243.1
560	-1.355	291.2	259.3	256.9	54.0	286.1	318.9	255.5

ZEIT BIS MINDESTABSTAND: 462 S

- 1 609.32
- 2 611.01
- 3 519.59
- 4 -345.39
- 5 71.82
- 6 53.90
- 7 18.56
- 8 0.0

KURSWERTE, POSITIONEN, PEILUNGEN BEIM MANDEVERIEREN ANNAEHERUNGSRICHTUNG: 0.0
 AUSLENKUNGSRICHT: 345.00
 ZULAESSIGER ABSTAND: 185.20

ZEIT	KURSL	XX9X1	YY9Y1	RDWKL	LRH-V	XXXX1	DP	YY9Y1	XX9X2	KURSL	XX9X2	YY9Y2	RDWKL	DRH-V	XXXX2	DP	YY9Y2
0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.5	7	0.0	180.0	1911.1	-99.8	0.0	1842.2	0.0	1842.2	7	-99.3
70	349.8	673.6	-25.5	-4.0	-0.2	762.7	7	-41.5	229.4	1367.4	-177.3	-33.8	1322.6	1.4	1322.6	7	-229.6
140	344.3	1327.1	-169.7	-5.0	0.0	1327.1	1	-169.7	322.3	1278.2	-556.5	-15.7	1223.7	1.1	1223.7	4	-514.4
210	351.0	1977.8	-327.0	3.0	0.1	1888.4	4	-312.8	4.6	1596.4	-697.8	9.2	1665.1	0.2	1665.1	7	-692.3
280	353.4	2641.1	-419.9	2.8	-0.0	2551.2	4	-409.5	5.8	2001.8	-665.0	3.5	2070.3	-0.1	2070.3	7	-658.1
350	348.9	3305.3	-513.8	-2.3	-0.1	3216.4	4	-496.4	357.7	2464.1	-642.9	-3.6	2532.9	-0.1	2532.9	7	-645.6
420	347.8	3962.9	-649.3	-1.6	0.0	3874.4	4	-630.1	358.3	2966.3	-663.4	-0.6	3035.2	0.1	3035.2	7	-665.4
490	351.1	4622.3	-779.2	1.9	0.0	4532.9	4	-765.2	1.7	3495.5	-667.0	2.1	3564.4	0.0	3564.4	7	-665.0
560	351.5	5287.2	-880.5	1.0	-0.0	5197.6	4	-867.1	0.4	4041.7	-653.5	-0.4	4110.6	-0.0	4110.6	7	-653.0

ZEIT	V-ANNA	ABSTND	RWPLG	STPLG	WEGDFF	DDXXXX	DDYYYY	RDRABU	PEILNG
0	17.857	1713.7	176.7	356.7	180.0	1711.0	-97.4	1850.9	176.9
70	13.132	549.8	161.4	292.0	239.6	521.2	-175.1	624.3	171.0
140	-5.073	319.1	73.3	111.0	338.0	-91.8	-305.6	350.5	76.6
210	-0.226	399.5	59.5	54.9	13.6	-202.6	-344.4	496.7	49.0
280	-2.143	500.5	27.3	21.6	12.4	-444.6	-229.8	631.2	23.6
350	-2.190	658.8	12.3	14.6	8.8	-643.7	-140.6	793.0	10.3
420	-1.896	799.1	2.4	4.1	10.5	-798.4	-33.6	936.2	1.9
490	-1.942	932.8	354.1	-7.6	10.6	-927.9	96.0	1069.3	354.9
560	-1.872	1067.1	348.9	-11.5	8.9	-1047.0	206.2	1202.4	349.9

ZEIT BIS MINDESTABSTAND: 112 S

VOM LETZTEN AUSWEICHSMANDEVER BIS ZU KURSL VSCHFF1 KURSL VSCHFF2 VSCMFF2 MIN-ABST AUSLK ANN.RCHTG
 FOLGENDEM ANNAEHERUNGSPKT IST EIN AUSWEICHEN 360.00 9.66 180.00 8.23 185.20 0.0
 UM DEN MINDESTABSTAND ZU GEAHRLEISTEN,
 NICHT ERFORDERLICH, BEI DER GEWAHLTEN SCHRITTLAENGE SIND 21 PUNKTE GEPRUEFT WORDEN.

- 1 575.83
- 2 636.02
- 3 645.42
- 4 380.51
- 5 671.94
- 6 -446.96
- 7 206.07
- 8 106.58
- 9 20.48
- 10 0.0

KURSWERTE, POSITIONEN, PEILUNGEN BEIM MANUEVERIEREN

ANNAEHERUNGSRICHTUNG: 0.0
 AUSLENKUNGSRICHT: 15.00
 ZULÄSSIGER ABSTAND: 185.20

ZEIT	KURS1	XX9X1	YY9Y1	RDWKL	DRH-V	XXXX1 DP	YYYY1	KURS2	XX9X2	YY9Y2	RDWKL	DRH-V	XXXX2 DP	YYYY2
0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.5	0.0	180.0	3168.2	99.8	0.0	0.0	3099.3	7
70	349.8	673.6	-25.5	-4.0	-0.2	762.7	-41.5	229.4	2624.5	22.3	-33.8	1.4	2579.7	7
140	344.3	1327.1	-169.7	-5.0	0.0	1414.3	-194.2	322.3	2535.2	-357.0	-15.7	1.1	2480.7	4
210	351.0	1977.8	-327.0	3.0	0.1	2067.2	-341.2	4.6	2853.5	-498.3	9.2	0.2	2784.8	4
280	353.4	2641.1	-419.9	2.8	-0.0	2731.0	-430.4	5.8	3258.8	-465.5	3.5	-0.1	3190.3	4
350	348.9	3305.3	-513.6	-2.3	-0.1	3394.1	-531.2	357.7	3721.1	-443.4	-3.6	-0.1	3652.3	4
420	347.8	3962.9	-649.3	-1.6	0.0	4051.4	-668.4	358.3	4223.4	-463.8	-0.6	0.1	4154.5	4
490	351.1	4622.3	-779.2	1.9	0.0	4622.3	-779.2	1.7	4752.6	-467.5	2.1	0.0	4683.7	4
560	351.5	5287.2	-880.5	1.0	-0.0	5197.6	-867.1	0.4	5298.7	-454.0	-0.4	-0.0	5229.9	4

ZEIT	V-ANNA	ABSTND	RWPLG	STPLG	WEGOFF	DDXXXX	DDYYYY	RDRABD	PEILNG
0	17.879	2969.6	181.9	1.9	180.0	2966.0	98.4	3106.9	181.8
70	14.728	1776.2	180.4	311.0	239.6	1776.2	11.2	1876.0	183.0
140	7.189	1032.4	173.5	211.2	338.0	1025.9	-116.1	1074.6	172.9
210	4.197	694.9	167.2	162.6	13.6	677.8	-153.6	739.4	167.7
280	3.535	420.3	174.8	169.0	12.4	418.6	-38.3	465.4	175.3
350	1.873	232.8	199.3	201.6	8.8	219.7	77.1	276.8	197.7
420	-0.464	190.1	243.5	245.2	10.5	84.9	170.1	223.2	238.5
490	-1.472	274.9	258.8	257.1	10.6	53.5	269.6	303.3	254.8
560	-1.374	373.0	265.5	265.1	8.9	29.0	371.9	398.1	262.4

ZEIT BIS MINDESTABSTAND: 406 S

VOM LETZTEN AUSWEICHSMANUEVER BIS ZU
 FOLGENDEN ANNAEHERUNGSPKT IST EIN AUSREICHEN
 UM DEN MINDESTABSTAND ZU GEWAHRLEISTEN,
 NICHT ERFORDERLICH, BEI DEK GEWAERHTEN SCHRITTWEITE SIND 0 PUNKTE GEPRUEFT WORDEN.
 STOP

ENDE STDHP 125.19

ANN.RCHTG
0.0

AUSLK
15.00

MIN-ABST
185.20

VSCHEFF2
8.23

KURS2
-1.00

VSCHEFF1
9.66

KURS1
360.00