

## XVI. Der Kreisel als Richtungsweiser auf der Erde mit besonderer Berücksichtigung seiner Verwendbarkeit auf Schiffen.<sup>\*)</sup>

Vorgetragen von Dr. Anschütz-Kaempfe-Kiel.

Die Vermehrung der Eisenmassen bei den modernen Schlachtschiffen führte notgedrungen infolge der dadurch bedingten Schwächung des Erdfeldes zu einem immer schlechteren Funktionieren der Kompassse, so zwar, daß heutzutage auf zuverlässige Angaben der Boussole unter dem Panzerdeck kaum mehr gerechnet werden kann. Das Bedürfnis nach einem Ersatz des Kompasses oder nach einem Instrument, das unabhängig von magnetischen Eigenschaften eine bestimmte Richtung auf der Erde längere Zeit hindurch inne halten kann, war immer dringender geworden.

Theoretisch gab es nun tatsächlich seit den Untersuchungen von Foucault ein Mittel, den magnetischen Kompaß zu ersetzen und zwar durch den Kreisel. Schon Foucault war seinerzeit, vor jetzt rund 60 Jahren, lediglich auf Grund seiner genialen Vorstellungsgabe zu dem Resultat gekommen, daß ein Kreisel, unter bestimmten Bedingungen auf der Erde aufgestellt, eine Richtung auf ihr einnehmen müßte, die mit dem örtlichen Meridian identisch ist. Jahrzehntelang fanden diesbezügliche Untersuchungen statt. Die erhaltenen Resultate waren jedoch selten eindeutig, und zwar hauptsächlich

### <sup>\*)</sup> Literatur über den Kreisel:

- F. Klein und A. Sommerfeld, Über die Theorie des Kreisels, 3 Bände. Leipzig 1897.  
 Helmholtz, Vorlesungen, Band I, 2. Abteilung: Die Dynamik diskreter Massenpunkte, siehe besonders Viertes Teil, Dritter Abschnitt.  
 A. Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik. Leipzig 1901. Viertes Band: Dynamik.  
 Bude, Allgemeine Mechanik der Punkte und starren Systeme, 2 Bände. Berlin 1890.  
 Perry, Spinning Tops. London 1908.  
 Thomson and Tait, Treatise on natural philosophy, 2 Bände. Cambridge.  
 Die grundlegende Veröffentlichung von Foucault befindet sich in den Comptes Rendus des Jahres 1852.  
 Französische Autoren haben vielfach den Gegenstand behandelt, z. B. A. de Saint-Germain in seiner Monographie: Résumé de la théorie du mouvement d'un solide autour d'un point fixe. Paris 1887.  
 Ein englischer Autor, Perry, s. o., erwähnt, daß schon im Jahre 1836 das Foucaultsche Experiment von Lang in Edinburg vorgeschlagen sei.  
 Dr. O. Martienssen, Phys. Zeitschr. 7. Jahrg. Nr. 15, Seite 535—543.

Totalansicht.

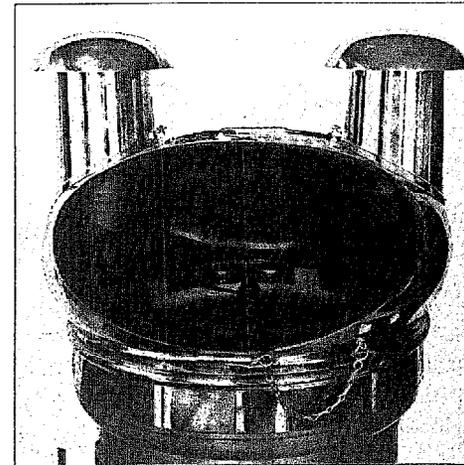


Fig. 1.

Ansicht des Apparates von oben.

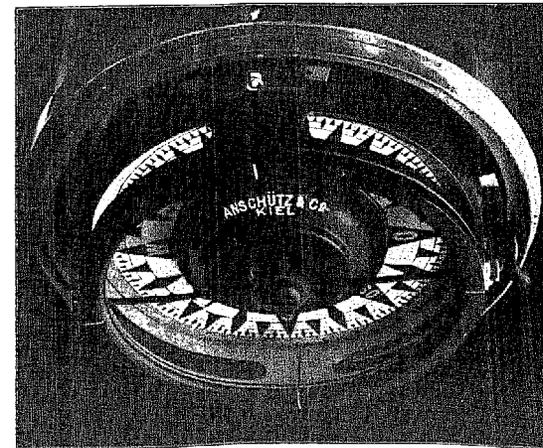


Fig. 2.

durch den Mangel eines unbeschränkt lange Zeit laufenden Kreisels, oder durch sonstige mechanische Schwierigkeiten, die die experimentelle physikalische Seite des Versuches schwer beeinträchtigten.

Man kann heute sagen, daß erst die Entstehung des Drehstrom-Motors mit Kurzschlußanker ein einwandfreies Experimentieren mit dem Kreisel ermöglicht hat.

Nach langen Untersuchungen und Irrwegen ist es auch gelungen, einen Kreisel nach dem System eines Dreiphasenstrom-Motors herzustellen, der seine Tourenzahl unbeschränkt lange Zeit unverändert beibehält.

Wir wollen nun zunächst das Verhalten eines Kreisels betrachten, der so aufgehängt ist, daß die Schwerkraft der Erde keinen Einfluß auf ihn ausüben kann bezüglich seiner Achsenrichtung im Raume. Wenn jetzt der Kreisel in Rotation versetzt wird, und wir von den Reibungen, die in den Lagern der kardanischen Hängung entstehen müssen, vorläufig absehen, so ist es klar, daß er nach dem Prinzip der Massenträgheit seine Lage, die er im Beginn der Rotation zufällig besessen hat, unverändert beibehalten wird, d. h. er wird, da die Erde beständig unter der Kreiselachse eine Verschiebung infolge ihrer Rotation erleidet, je nach der Stellung der Kreiselachse im Verhältnis zur Erdachse, eine scheinbare Bewegung vollführen.

Diese Bewegung wird z. B. am Äquator, wenn die Achse des Kreisels von Ost nach West gerichtet ist, eine auf- oder absteigende sein, wenn die Kreiselachse dagegen am Pol und in der Horizontalebene gedacht ist, eine horizontale Bewegung vorstellen.

Anders verhält sich aber der Kreisel, wenn er so aufgehängt ist, daß seine Achse durch die Schwerkraft der Erde in eine bestimmte Lage gezwungen wird, oder mit anderen Worten, wenn er sich so verhält wie eine Waage, deren Schwerpunkt immer in die Richtung des Erdradius sich zu stellen gezwungen wird. Dann wird der Kreisel in dem Momente, wo die Erde sich gewissermaßen unter der im Raum feststehenden Kreiselachse wegwirft, auf der nach Osten gerichteten Seite eine Elevation erfahren, die den Schwerpunkt des ganzen Kreiselsystems aus der Richtung des Erdradius drängt. Wir wissen aber aus den ersten, einfachsten Kreiseluntersuchungen, daß ein Kreisel auf eine Kraft, die in einer bestimmten Richtung auf seine Achse einwirkt, mit einer rechtwinkligen Präzession antwortet. Er muß also in dem Falle, da eine vertikal gerichtete Kraft, d. h. die Schwerkraft, auf ihn wirkt, eine horizontale Bewegung machen. Der Sinn dieser Bewegung ist so gerichtet, daß der Kreisel bestrebt ist, seine Achse parallel und homolog

zur Erdachse zu stellen, homolog in dem Sinne, daß die Drehrichtung dieselbe wird wie die der Erde.

Diese horizontale Bewegung des Kreisels muß natürlich so lange erfolgen, als durch die Rotation der Erde ein Heben oder Senken der Kreiselachse hervorgerufen wird. Erst in dem Momente, wo die Kreiselachse parallel zur Erdachse gerichtet ist, findet eine Richtungsänderung in vertikaler Hinsicht nicht mehr statt.

Wenn man von der Betrachtung ausgeht, daß die Erde eine Kugel ist, so ist ohne weiteres klar, daß für die durch die Erdrotation entstehenden Kräfte der Sinus der geographischen Breite in Betracht kommen muß, d. h. die Einwirkung auf den Kreisel muß am größten am Äquator, und an den Polen gleich Null sein, in den dazwischenliegenden Breiten nimmt sie mit dem Sinusgesetz ab.

Die Untersuchungen von Gilbert, Föppl, Martienssen und anderen haben auch bereits, besonders in den letzten Jahren, den experimentellen Nachweis für die Richtigkeit dieses Kalküls gebracht.

Versucht man die Bewegungserscheinungen mathematisch auszudrücken, so gelangt man zu einer Schwingungsgleichung, ähnlich derjenigen eines physikalischen Pendels. Die Kreiselachse bewegt sich auf einem Kegelmantel, dessen Basis eine langgestreckte Ellipse bildet. Die lange Achse dieser Ellipse liegt in der Horizontalen, die kurze Achse in der Vertikalen. Beide Achsen stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander, das allein abhängt von der Tieferlage des Schwerpunkts des Kreisels unter seinem Unterstützungspunkt. Hierbei wird die kleine Achse der Ellipse um so größer, je näher der Schwerpunkt an den Unterstützungspunkt herandrückt. Das Moment der Schwere ist infolge der Aufhängung des Kreisels stets proportional seiner Elevation, und damit ist auch die Schwingungsgeschwindigkeit in jedem Augenblicke proportional der einen Ordinate der Ellipse. Man hat hierdurch ein Mittel an der Hand, die Schwingungsgeschwindigkeit festzustellen, und zwar kann sie durch ein Pendel oder eine Libelle gemessen werden.

Es liegt nun nahe, diesen Zusammenhang zwischen Schwingungsgeschwindigkeit und Elevation durch geeignete mechanische Anordnungen zu einer Dämpfung der Bewegungen der Kreiselachse auszunutzen, aber es ist noch ein weiter Weg von diesen einfachen theoretischen Überlegungen bis zur Möglichkeit, diese Erscheinung am Kreisel so auszubilden, daß er als Orientierungsmittel auf der Erde betrachtet werden kann.

Die Grundbedingung für ein einwandfreies Schwingen der Kreiselachse ist vor allem eine möglichst reibungsfreie Aufhängung. Man wählt naturgemäß am besten eine Aufhängung des Kreisels in irgend einer Flüssigkeit. Nehmen wir an, die Reibung innerhalb dieser Flüssigkeit sei mathematisch gleich Null, so würde ein Kreisel, wenn er nicht gerade zufälligerweise im

Dämpfungsvorrichtung des Kreisels.

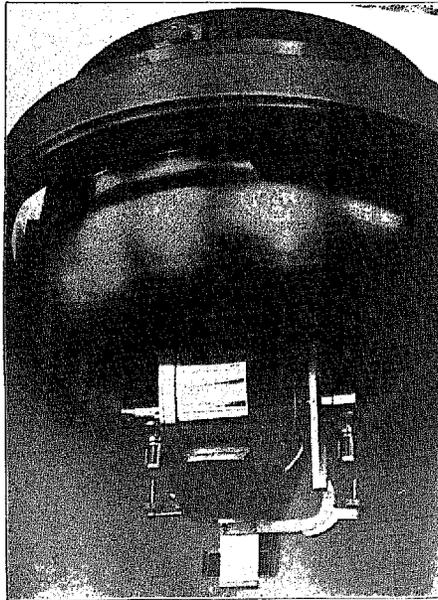


Fig. 3.

Meridian seinen Drehimpuls erfahren hat, um seine Nulllage, d. h. um den örtlichen Meridian in gleichen Intervallen immerfort weiterschwingen. Wir wären also immerhin in der Lage, aus dem Mittel seiner Schwingungen, vorausgesetzt, daß der Aufstellungsort ein fester ist, den Meridian zu bestimmen.

In praktischer Ausführung ist eine reibungslose Aufhängung natürlich nicht zu erreichen, und der Effekt der Reibung wird schließlich den Kreisel je nach seinem Trägheitsmoment früher oder später mit seinen Schwingungen

zur Ruhe kommen lassen. Da die Masse des Kreisels bei den erforderlichen hohen Tourenzahlen eine gewaltige scheinbare Größe darstellt (mehrere hunderttausend Kilogramm), so ist es klar, daß er erst nach sehr langer Zeit wirklich zur Ruhe kommen kann, ganz abgesehen davon, daß es kaum zu vermeiden ist, daß neue Impulse auf die vertikale Achse des Kreisel systems einwirken und eventuell die Schwingungen neuerdings vergrößern.

Man muß also zunächst an ein Mittel denken, die Kreisel schwingungen in der Horizontalebene abzdämpfen, ohne den Reibungskoeffizienten zu vergrößern. Als einfachstes Mittel hierzu bietet sich die Luft, und zwar be-

Kurve 2 mit Dämpfung.

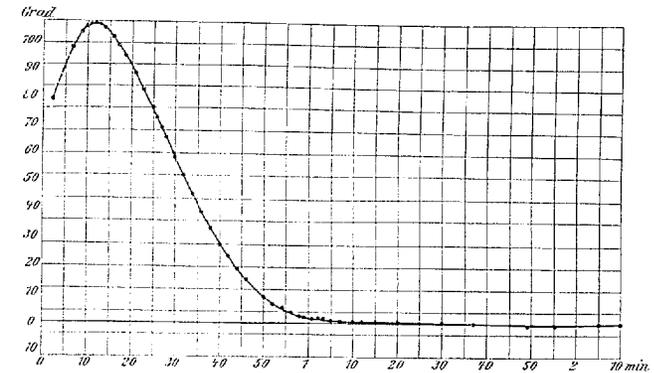


Fig. 4.

nutzen wir den durch die Rotation des Kreisels erzeugten Luftstrom, um in Verbindung mit der Elevation der Kreiselachse einen der Bewegungsrichtung des Kreisels entgegengesetzten Luftstrom auszusenden, der infolge der Reaktion eine stark dämpfende Wirkung ausüben muß. Je nach der Stärke des Luftstrahles und der Länge des Hebels, mit dem der Luftstrahl an der Vertikalachse angreift, hat man es ganz in der Hand, diese Dämpfung in beliebigen Grenzen zu halten.

Es ist zum Beispiel möglich, dem Kreisel eine so starke Dämpfung zu geben, daß er aperiodisch in den Meridian einschwingt. Wie die Versuche gezeigt haben, ist aber eine solche aperiodische Einpendelung eine so lang andauernde, daß sie praktisch schwerlich in Frage kommen kann. Es wurde

also eine Dämpfung gewählt, die gerade so groß war, daß der Kreisel etwa nach zwei vollen Schwingungen in seine Ruhelage kam.

Bei dem der Praxis übergebenen Instrument ist der Schwerpunkt des Systems so gelegt, daß eine volle Schwingung etwa 70 Minuten erfordert. Bei Betrachtung der Gründe, warum eine relativ lange Schwingungsdauer notwendig ist, kommen wir auf das eigentliche Verwendungsgelände des Kreisels, nämlich auf seinen Zweck als Orientierungsinstrument, als Kompaßersatz zu dienen.

Auf einem Schiffe liegen die Verhältnisse unendlich viel komplizierter und schwieriger als auf dem festen Boden eines Laboratoriums, einfach deswegen, weil die in den drei Dimensionen erfolgenden Bewegungsänderungen des Schiffes vielfache Impulse auf den Apparat übertragen müssen. Man sucht in erster Linie die Bewegungen des Schiffskörpers um seine beiden Hauptachsen durch die kardanische Hängung aus dem Kreiselsystem zu eliminieren. Daß dieses nur in angenäherter Weise möglich ist, da ja immer etwas Reibung in den Lagern der Hängung vorhanden ist und somit immer etwas Stöße aus den Schiffsbewegungen auf den Apparat übergehen müssen, ist ohne weiteres klar. Bei der langen Schwingungsdauer des Apparates integrieren sich aber diese vielen kleinen Schädlichkeiten, die aus den Stampf- und Schlingerbewegungen, sowie aus den Maschinerschütterungen hervorgehen, immerhin so, daß man sie in der Praxis vernachlässigen kann, besonders dann vernachlässigen kann, wenn man bedenkt, daß man durch eine geeignete Wahl der Form des tragenden Schwimmers die Flüssigkeitsdrücke annähernd auf Null bringen kann.

Eine größere Störung für den Kreiselkompaß bedeuten aber die Geschwindigkeitsänderungen eines Schiffes auf der Erde. Jede Beschleunigung, die der Schwerpunkt des stabil aufgehängten Kreisels infolge der Beschleunigung des Schiffes erfährt, bringt analog den obigen Ausführungen eine Präzession des Kreisels zustande, die senkrecht zur Richtung des beschleunigenden Druckes gerichtet sein muß, also bei vertikalem Angreifen dieser Drücke eine Präzession in der Horizontalebene. Das ist der Hauptgrund, warum die Schwingungsdauer eine so lange sein muß, denn schon bei dieser langen Schwingungsdauer wird der Kreisel, wenn man annimmt, daß ein Schiff aus seiner Ruhelage bis zu einer Geschwindigkeit von 12 m in der Sekunde beschleunigt wird, einen Ausschlag von etwa  $4\frac{1}{2}^\circ$  erfahren, der dann natürlich in einer bestimmten Zeit infolge des Impulses, den der abgelenkte Kreisel von der Erde empfängt, wieder ausgeglichen wird.

Das Gleiche findet statt, wenn der Kurs des Schiffes von der Nord-Südrichtung in die Süd-Nordrichtung oder umgekehrt, geändert wird, da ja dann auch auf die Kreisellachse ein beschleunigender Druck seitens des Schiffes ausgeübt wird. Man kann nun diesen Fehler, der in kleinen Grenzen immer vorhanden sein muß, dadurch reduzieren, daß die Schwingungsdauer des Kreisels mehr und mehr vergrößert wird. In der Praxis handelt es sich darum, ein Kompromiß zu schließen zwischen einem noch in zulässigen Grenzen bleibenden Ausschlag und einer Schwingungsdauer, die die Bereitschaft des Apparates nicht zu lange nach dem Inbetriebsetzen eintreten läßt. So ist auch die Schwingungsdauer von ca. 70 Minuten empirisch als die günstigste erkannt worden, ehe die Rechnung dieses Resultat bestätigte.

Nachstehende Zahlen zeigen die Abhängigkeit der Schwingungszeit und der maximalen ballistischen Ausschläge voneinander:

Bei einer Geschwindigkeitsänderung des Schiffes von 10 m/s beträgt der maximale ballistische Ausschlag:

bei einer Schwingungsdauer von	40 Minuten	. . . . .	9,5°
" "	"	"	50 "
" "	"	"	60 "
" "	"	"	70 "
" "	"	"	80 "
" "	"	"	90 "
" "	"	"	100 "
			. . . . .
			6,1°
			4,2°
			3,1°
			2,4°
			1,9°
			1,5°

Zurückkommend auf die oben erwähnte Dämpfung, die der Luftstrahl zustande bringt, sieht man bei der Besprechung des durch die Beschleunigungsdrücke des Schiffes entstehenden ballistischen Ausschlages der Kreisellachse ohne weiteres ein, daß auf dem Schiffe eine Dämpfung eine absolute Notwendigkeit ist, denn der Apparat würde ja diese Schwingungen von einigen Graden fortdauernd beibehalten und demnach das Schiff auf einem Kurse führen, wenn man ihn als Steuerkompaß benützt, der in einer Sinuslinie zwar das Schiff schließlich in der gewollten Richtung führen würde, aber auf einem längeren Wege als die Gerade. (Immer unter der in der Praxis nicht zutreffenden Annahme, daß keine weiteren sich addierenden kleinen Drücke hinzutreten, die diese Schwingungen noch vergrößern würden.)

Infolge der Dämpfung aber wird bei einem so kleinen Ausschlag von wenigen Graden der Apparat fast aperiodisch in den Meridian zurückschwingen und somit einen recht brauchbaren Steuerkompaß bilden können.

Es ist klar, daß bei dem denkbar schlechtesten Aufstellungsort, der sich für ein so empfindliches Instrument vorstellen läßt, wie ihn z. B. der Turm eines Panzerschiffes darstellt, noch eine Unsumme von Kleinigkeiten in Betracht gezogen werden muß, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist. Aber ich bin heute in der Lage, an Hand mehrwöchentlicher, unausgesetzter Beobachtungen an Bord bewegter und unbewegter Schiffe zu zeigen, daß es tatsächlich möglich ist, die Richtung eines Schiffes mit einer Genauigkeit bis zu einem Grad an einem Kreiselkompaß zu bestimmen.

Die längste Zeit, während welcher der Apparat unausgesetzt unter Beobachtung stand, war vom 26. März d. J. bis zum 26. April an Bord S. M. S. „Deutschland“. Während dieser Zeit war der Kreisel Tag und Nacht in Betrieb und hatte nach vierwöchentlicher Laufzeit etwa eine Milliarde Umdrehungen

Kurve 1 ohne Dämpfung.

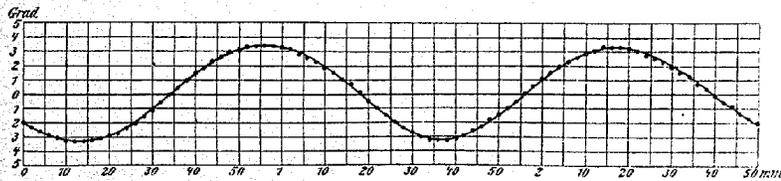


Fig. 5.

vollendet. Die Weisung des Apparates war zwei Stunden nach dem Anlassen mit dem Meridian identisch, nachdem im Moment des Anlaufens die Weisung  $10^\circ$  östlich vom Meridian gewesen war. Die Kontrollbeobachtungen wurden durch Vergleiche mit dem Kompaß, hauptsächlich aber durch astronomische und terrestrische Peilungen gewonnen.

Wie aus vorliegender Kurve ersichtlich, haben die Abweichungen aus dem Meridian während dieser ganzen Zeit einmal das Maximum von  $3^\circ$  erreicht und sind aufzufassen als Ausdruck der oben besprochenen Beschleunigungsdrücke, die von dem Schiff auf den Kreiselkompaß übertragen wurden. Man sieht hier deutlich an der Weisung des Apparates das jeweilige Anfahren, zum Beispiel an dieser Stelle das Hinausfahren der „Deutschland“ aus dem Kieler Hafen, letzteres besonders deshalb so deutlich, weil sich die Kieler Förde fast genau in der Richtung Nord-Süd erstreckt. Es geht ferner deutlich aus der Kurve hervor, daß bei vielfachem Manövrieren des Schiffes

alle die vielen Schädlichkeiten, die aufgetreten sein mögen, die Weisung des Kreiselkompasses im wesentlichen nicht beeinträchtigt haben.

Von großer Bedeutung war auch die technisch nicht leicht zu lösende Aufgabe, einen Körper von 6 kg Gewicht mit 20000 Umdrehungen in der Minute während eines Zeitraumes von vier Wochen unausgesetzt rotieren zu lassen, ohne daß es notwendig geworden wäre, zwecks Ölung den Apparat zu berühren.

Ich glaube, somit den Beweis erbracht zu haben, daß sich der Kreisel tatsächlich zu einem brauchbaren Navigationsinstrument ausbilden läßt.

## Diskussion.

Herr Professor Dr. Schilling-Bremen:

Königliche Hoheit! Meine sehr geehrten Herren! Meine Beziehungen zum Norddeutschen Lloyd haben mich verpflichtet, alle Navigationsinstrumente, die für die Schifffahrt in Frage kommen können, einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, und so ist mir auch der Vorzug zuteil geworden, die Entstehung dieses Kreiselapparates seit einer Reihe von Jahren zu verfolgen. Mit großer Befriedigung habe ich die Entwicklung mit ansehen dürfen, die dieser Apparat im Laufe der letzten drei Jahre erfahren hat. Noch vor  $2\frac{1}{2}$  Jahren bin ich Zeuge gewesen eines mißglückten Versuchs. Nachdem wir drei Stunden gefahren waren, wurde durch einen Kurzschluß der Apparat unbrauchbar, und der Versuch mußte abgebrochen werden. Im Frühjahr dieses Jahres habe ich den neuen Apparat gesehen, nachdem er vier Wochen lang unaufhörlich auf S. M. S. „Deutschland“ gefahren war und über eine Milliarde Umdrehungen gemacht hatte. Der Apparat zeigte auch da noch mit derselben Genauigkeit, mit der er zu der ersten Einstellungsperiode sich eingestellt hatte. So ist nach meinem Dafürhalten die Frage vorläufig jedenfalls gelöst, die alte Foucaultsche Kreiselidee zur Erfindung eines Instrumentes, der ein Richtungsweiser ist, auszunutzen, und wenn natürlich auch dieser Apparat, wie jeder neu erfundene, eine Reihe von Kinderkrankheiten durchzumachen haben wird, und wenn er durch seine außerordentlich feine Art der Ausführung auch jedenfalls sehr teuer ist, so glaube ich doch, behaupten zu dürfen, daß für gewisse Zwecke dieser Apparat als der gegebene, als der Ersatz für den Kompaß anzusehen ist.

Die Frage, die mich persönlich bei Kenntnisnahme dieses Apparates beschäftigen mußte, war die, ob dieser Apparat für die Handelsflotte von Bedeutung sein oder werden kann. Es ist selbstverständlich, daß für die Kriegsmarine ein derartiger Apparat von ganz eminenter Bedeutung ist, denn auf unseren Kriegsschiffen, bei denen die so starke Beanspruchung, vor allem beim Schießen, außerordentlich empfindlich auf den Magnetismus des Schiffskörpers einwirkt und infolgedessen den Kompaß immer wieder in seiner Richtkraft stört, muß ein Apparat, der davon frei ist, und der zudem durch körperliche Erschütterungen gar nicht beeinflusst wird, sondern mit starrer Stetigkeit läuft, als eine außerordentliche Verbesserung freudig begrüßt werden; es kommt dazu, daß die ungeheuren Eisenmassen, die an Bord eines Schiffes sich befinden und zum Teil, wie die Geschütze und Türme, häufig

bewegt werden müssen, von vorn herein kaum einen Platz auf dem ganzen Kriegsschiffskörper finden lassen, an dem ein Kompaß verständlich untergebracht werden kann, so daß er dauernd seine magnetische Richtung hält und ruhig läuft.

Wenn wir die Richtkraft einer Magnetnadel auf dem Lande mit 1 bezeichnen, so ist an Bord unserer Handelsschiffe die Richtkraft 0,9 oder doch mindestens 0,8 der an Lande ausgeübten. Aber beim Kriegsschiff geht besonders in den Türmen die Richtkraft herunter bis auf 0,3, 0,2 und noch weniger. Jede Störung dieser Richtkraft hat natürlich auf die Genauigkeit der Einstellung des Kompasses einen unmittelbaren Einfluß. Haben wir also einen Apparat, der sich von dieser störenden Eigenschaft freimacht, so ist er von großer Wichtigkeit für das Manövrieren unserer Kriegsschiffe, also auch für den Kriegsfall.

Wie stellen sich nun die Verhältnisse in der Handelsmarine? Meine sehr verehrten Herren! Seitdem der Eisenschiffbau auch die Handelsmarine beherrscht, ist es selbstverständlich, daß die an Bord eines Dampfers — ich will nur von Dampfern sprechen — vorhandenen Eisenmassen auf die aufgestellten Kompassse eine störende Einwirkung haben. Das ursprünglich klare — wenn ich mich physikalisch so ausdrücken darf — magnetische Feld erleidet durch alle die Eisenmassen, die an Bord sich befinden, eine Verzerrung, und diese Einwirkung der Eisenmassen setzt sich, wie bekannt, zusammen aus dem dauernden Magnetismus, wie er von dem harten Eisen ausgeübt wird, und aus dem flüchtigen Magnetismus, wie er von dem weichen Eisen ausgeübt wird. Die Einwirkung auf den Kompaß ist infolgedessen dauernd vorhanden, sie ist mit dem Orte veränderlich und von dem Kurse abhängig. Wir unterscheiden, wie den Sachkundigen bekannt, hierbei die konstante Deviation, die uns deswegen nicht sehr viel stört, weil wir ihre Größe, die bei gut aufgestellten Kompassen selten erheblichere Werte annimmt, kennen und sie deswegen in Rück-sicht ziehen können, und die veränderliche Deviation, die freilich oft zu recht viel Störungen führt. Bei dieser veränderlichen Deviation ist die Längsschiffkomponente der Deviation von besonderer Bedeutung, und diese setzt sich zusammen einmal aus der Längsschiffkomponente des harten Eisens an Bord, die durch Magnete, die in die Nähe des Kompasses gelegt sind, ausgeglichen wird, und aus der vertikalen Komponente im weichen Eisen, die einen sehr üblen Nachteil hat, nämlich den, daß sie sich mit der magnetischen Breite dauernd ändert. Eine für einen bestimmten Ort vorgenommene Kompensation des Kompasses gilt daher zunächst nur für diesen, sie ist untauglich für andere Breiten, vor allem für den Übergang zu der südlichen Hälfte der Erdkugel. Aber auch diese können wir für alle Breiten kompensieren, und zwar durch eine vor und in der Nähe des Kompasses aufgestellte vertikale weiche Eisenstange, die sogenannte Flinderstange. Ich bitte um Entschuldigung, daß ich mit diesen Gedanken etwas von meinem Thema abschweife, aber es liegt mir am Herzen, das auch einmal anzusprechen: die Flinderstange wird an Bord der Dampfer des Norddeutschen Lloyd dauernd und regelmäßig mitbenutzt, während die Deutsche Seewarte gegen diese Flinderstange immer wieder von neuen Einwendungen erhebt und vor wenigen Jahren sie als ein untaugliches Element für die Kompensation hinstellte. Die Erfahrungen, die auf den Dampfern des Norddeutschen Lloyd gemacht sind, die von Nordbreite nach Südbreite gehen, sind so günstig, daß wir dieses Kompensations-element gar nicht entbehren können, und ich will hoffen, daß die Deutsche Seewarte sich auch von der wertvollen Einrichtung dieser Kompensationsmöglichkeit recht bald gründlich überzeugt.

Es wird sich nun fragen: Sind wir in der Lage, dem Kompaß an Bord eines Handelsschiffes eine solche Aufstellung zu geben, daß er als Richtungsweiser für alle Fälle ausreicht. Ich behaupte, daß das für Schiffe der Handelsflotte mit Ja zu beantworten ist, und darf hierbei auch auf Vorkehrungen hinweisen, die bisher, soviel mir bekannt, lediglich auf Schiffen des Norddeutschen Lloyd durchgeführt worden sind.

Meine sehr verehrten Herren! Vor wenigen Jahren wurde die Kompensation an Bord des Dampfers „Kronprinz Wilhelm“ ausgeführt, der infolge eines Versehens nicht vorher auf die bestmögliche Kompaßaufstellung geprüft worden war. Dieser Dampfer hatte in seinem Brückenhaus ein Frontschott aus Eisen, die Seitenwände waren aus Stahl, die Decke war nicht nur ganz aus Stahl, sondern hatte außerdem noch einen Kreuzverband aus Stahl, und der Kompaß machte nur solche Schwierigkeiten in bezug auf seine Navigation, daß der damalige Führer des Schiffs davon ganz krank wurde. Es war damit nur unter großen Schwierigkeiten und bei schärfsten Beobachtungen zu arbeiten. Vielleicht macht folgendes die Sache deutlich: Durch die Art der Aufstellung war die schiffsmagnetische Kraft, die senkrecht zum Deck gerichtet war, dreimal so groß wie die horizontale Kraft an derselben Stelle war, und dies bewirkte, daß der Kompaß zur teilweisen Kompensation dieser Kraft mit einem ganzen Bündel von Magneten, die senkrecht unter der Kompaßrose angebracht waren, ausgestattet werden mußte, und daß trotzdem der Kompaß so stark lief, so unruhig war und sich, obwohl er auf der Fahrt nach New York die Breite nur wenig ändert, so schlecht einstellte, daß, wie gesagt, der Kompaß geradezu der Kummer der Offiziere und nahezu eine Gefahr für die Navigation war.

Natürlich wurde vom Norddeutschen Lloyd bald ein Umbau des Brückenhauses vorgenommen. Es wurden die Seiten des Brückenhauses, statt aus Stahl, aus Holz gebaut, und es wurde vor allem die Decke aus Holz gemacht und die diagonalen eisernen Verbände wurden entfernt. Sofort zeigte sich, daß der Kompaß, der auch dann noch nicht gerade besonders glücklich stand, jetzt für die Navigation vollständig tauglich war und der Kapitän ihn nach dem ersten Versuch auf der Reise als „zuverlässig“ bezeichnen konnte. Aber immerhin war auch da noch eine umfassende Kompensation erforderlich, und wenn der Dampfer nach südlichen Breiten hätte fahren müssen, so würden sich neue, und zwar nicht unerhebliche Schwierigkeiten herausgestellt haben.

Durch neuere Untersuchungen, die namentlich von meinem Kollegen, Herrn Dr. Meldau gemacht und zum Teil auch in den Annalen der Hydrographie veröffentlicht worden sind, sind wir jetzt einen ganz gewaltigen Schritt weiter gekommen. Herr Dr. Meldau schlug vor, das Deck des Brückenhauses nicht ganz, sondern in einer Breite von etwa 2 m von der Mittschiffslinie ab aus dem Ihnen bekannten unmagnetischen Nickelstahl herzustellen und selbstverständlich die Decke des Schiffes entweder aus Nickelstahl oder aus Holz zu machen. Die Wirkung war sofort eine sehr günstige. Allmählich wurde das Frontschott ebenfalls aus Nickelstahl zunächst ganz, später aber, was sich als eine noch bessere Einrichtung herausstellte, im Mittelteil wiederum in einer Breite von 2 m, je 1 m nach jeder Seite von der Mittschiffslinie, aus diesem unmagnetischen Material hergestellt und damit wurde für zwei Dampfer, und zwar „Göben“ und „Lützow“, ein Erfolg erzielt, der die Navigationskompassse im Brückenhaus dieser Dampfer geradezu zu vollkommenen Werkzeugen der Navigation machte. Das eine Schiff fährt nach Ostasien, das andere nach Australien; beide ändern also die Breite ganz erheblich bis zum Übergang in entgegengesetzte Breiten. Die geringen Werte der entstehenden Deviation wurden durch ganz wenige Magnete — wenn ich mich recht entsinne, ist auf dem einen Kompaß nur ein einziger Magnet zur vollen Kompensation angewendet worden — und durch die Anbringung der an Bord der Weserschiffe üblichen D-Kugeln — es werden bei uns nicht Ketten und Böden, sondern nur Kugeln aus weichem Eisen als D-Kompensatoren benutzt — vollständig entfernt, und zwar konnte die Kompensation so weit gebracht werden, daß der Höchstwert der Deviation auf der ganzen Reise nur 2 bis 3 Grad beträgt, und daß sich in den Jahren die die Schiffe jetzt schon fahren, überhaupt keine Änderung weder während der einzelnen Reise nach den südlichen Breiten, noch im Laufe der Zeit ergeben hat. Noch aber ist die Kompensation der Horizontalkraft im weichen Eisen durch die D-Kompensatoren er-

forderlich; es ist aber in Aussicht, durch neue Einrichtungen, die auf dem neuesten Dampfer „Berlin“ des Norddeutschen Lloyd eingeführt werden, auch diese Kompensation überflüssig zu machen, und zwar dadurch, daß in vertikaler Richtung, sowohl in dem Frontschott des Brückenhauses, wie in dem Frontschott, welches einige Meter nach hinten versetzt darunter angebracht ist, in der Mitte ein Streifen von 3 m Breite ganz aus dem unmagnetischen Nickelstahl gemacht wird, so daß der Kompaß auf und in einem vollständigen streifenartig ausgeschnittenem Gebiet unmagnetischen Eisens steht, wogegen an den Seiten ruhig Stahl verwandt bleibt, und dies mit der Wirkung, daß er die horizontale Komponente des weichen Eisens ganz oder nahezu aufhebt.

Eine auffällige und doch verständliche Erscheinung möchte ich hierbei erwähnen. Es darf natürlich überhaupt keine noch so unbedeutende Verbindung aus magnetischem Material von der einen zu der anderen Seite des Stahls über die Nickelstahlpartie hinweg gehen. M. H., auf der „Berlin“ war während der jetzigen Bauperiode — und da hatte niemand sich etwas Arges dabei gedacht — eine ganz dünne eiserne Stahlschiene als Brücke von der einen zur anderen Seite gelegt; die hat alles verdorben. Als von Herrn Dr. Meißner die Versuche gemacht wurden, stellte sich heraus, daß die Wirkung, die in Aussicht genommen war, nicht eintrat, die Untersuchung ergab, daß ein ganz schmales Eisenband vorgelegen war — genug, um den Magnetismus hinüber zu leiten, also um das magnetische Feld an der betreffenden Stelle vollständig zu beeinflussen.

Ich habe diese Ausführungen für erforderlich gehalten, um den geehrten Herren zu zeigen, daß die Handelsflotte den Kreiselapparat als einen dauernden Apparat nicht nötig haben wird, weil es Vorkehrungen und Einrichtungen gibt, um die störenden Einwirkungen des Eisens beim Schiffbau auf den Kompaß ganz zu vermeiden oder doch zu überwinden, und ich darf es wohl für den Norddeutschen Lloyd als eine ganz besondere Ehre und als einen besonderen Vorzug beanspruchen, daß er sich nicht gescheut hat, trotz erheblicher Kosten und trotz langwieriger Versuche auf diesem Gebiete maßgebend voranzugehen.

Wenn ich also hiernach die Verwendbarkeit oder die Notwendigkeit des Kreiselapparates für die Handelsschiffahrt in dauerndem Gebrauch ausschließe, so möchte ich doch glauben, daß es eine Zeit geben wird, wo auch auf der Handelsflotte der Kreiselapparat von großem Wert sein kann. Es ist den verehrten Herren bekannt, daß ein jedes Schiff, wenn es gebaut ist, zunächst einen nicht vollständig erledigten magnetischen Zustand bekommt. Nach langjährigen Erfahrungen nehme ich an, daß nach einem halben bis einem ganzen Jahr der magnetische Charakter des Schiffes ein gleichmäßiger wird. Während dieser Zeit muß aber auf jedem Schiffe darauf Rücksicht genommen werden, daß der magnetische Charakter sich ändert. Die Bauwerften können manches dazu tun, um diese Schwierigkeiten zu überwinden; beispielsweise das eine, daß sie einen Schiffskörper, nachdem er vom Stapel gelassen ist, während der Ausrüstungszeit auf den genau entgegengesetzten Kurs legen, um gewissermaßen dasjenige, was auf dem einen Kurs in den Schiffskörper hineingehämmert ist, auf dem entgegengesetzten wieder zu entfernen. Aber es ist verständlich, daß nur wenige Werften eine derartige Anlage haben, um diese wünschenswerte Einrichtung durchführen zu können; immerhin kann auch da noch mancherlei getan werden, und ich glaube, daß man die Zeit von einem Jahr, wie ich sie jetzt als Maximum genannt habe, durch vollständige Vorkehrungen der Werften etwas herabdrücken kann. Aber innerhalb dieser Zeit wird kein Schiffsführer sich absolut auf seinen Kompaß verlassen können, ich lenke mir nun, daß größere Reedereien, die sich mit besonderer Vorsicht für die Navigation hinrichten, einige derartige Apparate anschaffen, die sie neu gebauten Schiffen für die ersten Reisen an Bord geben, um dadurch eine ständige Kontrolle über die Änderungen des magnetischen Charakters des Schiffes, also zugleich eine Kontrolle der Deviation des Kompasses auszuüben. Ein derartiger Apparat würde einem Schiff nur für das erste halbe Jahr mit-

gegeben werden. Dann würde man sich so weit über die Kompensation der Kompassse unterrichtet haben, daß dieses Hilfsmittel nicht mehr notwendig ist. Bis zu diesem Zeitpunkt würde der Apparat von eminentem Wert und wohl trotz der bisher leider noch sehr erheblichen Kosten zu befürworten sein.

Ich möchte noch eine kurze Bemerkung hinzufügen. Der Gedanke ist mir mehrfach entgegengetreten, ob man einen derartigen Kreiselapparat nicht eventuell auch für die Luftschiffahrt gebrauchen kann, wo ja auch ein Richtungsweiser besonders bei dem lenkbaren Luftballon erforderlich ist. Ich habe bisher allen Grund gehabt, diese Frage zu verneinen, einmal deswegen, weil beim Luftballon der Kompaß, vor allem der Fluidkompaß, vollständig ausreicht, und selbst eine Erhebung über die Erdoberfläche bis zu 1000 m keine erheblichen Änderungen der magnetischen Kräfte nach sich ziehen würde und dann, weil man den Kompaß an Bord eines lenkbaren Luftschiffes genau so kompensieren kann, soweit Eisenmassen es erforderlich machen, wie dies auf den Seeschiffen geschieht. So glaube ich, daß der Apparat für Luftschiffahrt nicht in Frage kommen wird, auch schon wegen der dafür mitzunehmenden elektrischen Kraftmaschinen, die der großen Gewichte wegen auf Luftschiffen vorläufig noch nicht untergebracht werden können.

Es ist endlich — das möchte ich noch aussprechen — nicht unmöglich, daß der Kreiselapparat auch dazu dienen kann, um die Breite unmittelbar zu bestimmen. Theoretisch läßt sich ein Kreisel konstruieren, dessen Achse sich nicht horizontal, sondern dauernd parallel mit der Erdachse einstellt, der also, wenn ich eine Horizontalebene von absoluter Sicherheit mitnehme, durch den Winkel der Achse mit der Horizontalebene die Breite abzulesen gestattet, ich würde mir wohl denken können, daß ein solcher Apparat, der es ermöglicht, ohne astronomische Beobachtungen jederzeit die Breite zu bestimmen, für ein Luftschiff, das sich unter Umständen über Wolkenbänken hinauf oder in Nebelgebiete hineinbegeben muß, von Wert sein kann.

Aber dieser rein theoretische Gedanke ist bisher in die Praxis noch nicht umgesetzt, und ich glaube hier nicht näher darauf eingehen zu sollen. Ich möchte nur noch bemerken, daß wie ein Kompaß, so auch ein derartiger Kreiselapparat immer nur die Richtung, in der das Luftschiff anliegt, angeben kann, nicht die wirkliche Richtung, in der das Luftschiff sich durch den Weltraum bewegt, und ferner fehlt alsdann ja natürlich auch noch vollständig die Distanz, die das Schiff durchlaufen hat; erst die genaue Richtung durch den Raum und die Distanz zusammen sind aber instande, den Ort des Luftschiffes im Raume zu bestimmen.

So wird also vorläufig meines Erachtens die Luftschiffahrt von dieser Erfindung keinen Vorteil ziehen können, dagegen wird die Seeschiffahrt es tun, die Handelsmarine in geringerem Maße, aber die Kriegsmarine wird meiner Überzeugung nach ganz erhebliches Interesse an dieser Erfindung haben, die als ein großer Erfolg dankbar zu begrüßen ist. (Beifall.)

Herr Oberingenieur Dr. Martienssen-Berlin:

Königliche Hoheit! Meine Herren! Es freut mich, aus den Mitteilungen des Herrn Anschütz zu ersehen, daß es ihm gelungen ist, einen Steuerkompaß nach dem Kreiselprinzip zu konstruieren, der bei einer sehr langen Schwingungsdauer durch Änderungen der Schiffsgeschwindigkeit innerhalb der praktischen Grenzen nicht gestört wird.

In dieser Hinsicht entspricht der Apparat genau der Theorie, die ich vor zwei Jahren über den Kreiselkompaß veröffentlichte und die ich damals nur an einem Versuchsmodell prüfen und studieren konnte.

Indessen bleiben, glaube ich, dieselben Bedenken, die ich gegen die praktische Verwendbarkeit eines derartigen Kompasses äußerte, auch jetzt noch bestehen, und zwar die,

daß es bei so langsamen Schwingungen der Kompaßrose nicht möglich ist, etwaige Schwingungen von den Schiffsbewegungen zu unterscheiden.

Nehmen wir an, daß durch irgend einen unglücklichen Zufall die Kompaßrose in Schwingungen gerät, so werden diese Schwingungen eine, ja zwei Stunden lang bestehen bleiben, und der Steuernde kommt zu total falschem Kurs, da er nicht die Möglichkeit hat, zu unterscheiden, ob eine solche Störung vor längerer Zeit stattgefunden hat oder nicht.

Das Auftreten größerer Störungen ist allerdings durch die von Herrn Anschütz angewandte geistreiche Dämpfungsmethode weniger wahrscheinlich geworden; denn zufällige rhythmische Wiederholungen von Störungsursachen bedingen bei der vorliegenden Konstruktion keine Verstärkung der Ablenkung aus der Nord-Südrichtung. Ich glaube aber, daß bei einem derartig empfindlichen Apparat genug Störungsmöglichkeiten übrig bleiben, so daß ich Herrn Anschütz dieselbe Frage vorlegen möchte, die mir vor zwei Jahren das Reichs-Marineamt vorlegte:

Können Sie bei Ihrem Apparat dafür die Garantie übernehmen, daß für eine bestimmte Zeit, sagen wir nur während 24 Stunden, mit voller Sicherheit eine größere Ablenkung als 3° aus der Nord-Südrichtung nicht eintritt?

Ich glaube, die hier bekannt gegebenen Versuche haben nur das bewiesen, was seinerzeit auch von mir behauptet wurde, daß unter günstigen Umständen eine solche Störung selbst für längere Zeit nicht eintritt, und scheint mir nach wie vor die Einführung des Kreiselkompasses in die Kriegsmarine nur bei derartiger Beschränkung der Forderungen möglich.

Für die Handelsmarine ist der Kreiselkompaß noch in anderer Weise verwendbar als in der hier vorgeführten Konstruktion. Wie Herr Prof. Schilling angab, kommt er für dieselbe nicht als Steuerkompaß, sondern als Kontrollkompaß des magnetischen Kompasses in Frage. Dann aber haben wir die lange Schwingungsdauer, die nur durch die Schiffsbewegungen bedingt ist, nicht nötig, weil derartige Kontrollmessungen bei nahezu ruhig liegendem Schiffe ausgeführt werden können. Es ist nun ohne wesentliche Schwierigkeiten ein Kreiselkompaß ausführbar mit einer Schwingungsdauer von  $\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{1}{2}$  Minuten, der ein sehr bequemer und verlässlicher Kontrollapparat sein würde. Ich glaube daher im Gegensatz zu Herrn Prof. Schilling, daß der Kreiselkompaß in dieser Ausführung auch für die Handelsmarine von Bedeutung ist.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf aufmerksam machen, daß in den achtziger Jahren bereits von der englischen, französischen und holländischen Marine eingehende praktische Versuche mit dem Rotationskompaß stattgefunden haben. Bei diesen Versuchen soll der Kompaß, speziell in der französischen Marine, selbst bei längeren Fahrten seine Schuldigkeit getan haben, ohne daß er zur Einführung gelangte. Ein Apparat, den Herr van den Boos für die holländische Marine im Jahre 1887 konstruiert hat, steht in den Ausstellungsräumen der Firma Siemens & Halske denjenigen Herren zur Besichtigung zur Verfügung, die an dem morgigen Ausflug nach dem Wernerwerk teilnehmen.

Herr Professor Ach-Königsberg:

Ew. Königliche Hoheit! Meine Herren! Die Einstellung des Meridiankreisels in die Nord-Südrichtung erfolgt, wie wir soeben gehört haben, durch die Erdrotation. Der erste, der hierauf hingewiesen hat, ist schon vor mehr als 50 Jahren Foucault gewesen. Es reagiert aber der Kreisel selbstverständlich nicht bloß auf die Bewegung der Erde, sondern auch auf Bewegungen des Schiffes; das Anfahren, das Stoppen, die Kursänderung usw. beeinflusst die Einstellung der Nord-Südrichtung der Rotationsachse. Auf diese Verhältnisse zuerst hingewiesen zu haben, ist das Verdienst des Herrn Dr. Martienssen von der Firma Siemens & Halske.

Das Wesentliche an dem Apparat von Herrn Dr. Anschütz-Kaempfe scheint mir nun die von ihm skizzierte Dämpfungseinrichtung zur Herabsetzung dieser Abweichungen aus der Nord-Südrichtung zu sein. Gleichzeitig scheint mir aber auch in dem Anbringen dieser Dämpfungseinrichtung ein gewisser Mangel des Apparats vorzuliegen. Wie Sie sich erinnern, ist bei dieser Dämpfungseinrichtung ein Pendel vorgesehen, dessen relative Verschiebung gegenüber der Rotationsachse ein Drehmoment auslöst, welches die Rotationsachse wieder in die Nord-Südrichtung zurückzuführen sucht. Ich bin von derartigen Konstruktionen aus verschiedenen Gründen wieder abgegangen.

Es wird Sie nicht in Erstaunen setzen, wenn ich Ihnen mitteile, daß auch schon von anderer Seite seit langem mit Energie an der Lösung des Kreiselproblems gearbeitet wird. Ich selbst habe mich schon seit einer Reihe von Jahren mit der Lösung dieser Frage befaßt. Die Firma Hartmann & Braun hat die Ausführung in Frankfurt a. M. sowie die praktische Ausgestaltung dieser Apparate übernommen, und das nautische Departement des Reichs-Marineamts hat uns in höchst aner kennenswerter Weise hierbei unterstützt.

Unsere neuesten Konstruktionen des Meridiankreisels haben nun den Vorteil, daß sie das Anbringen einer Dämpfungsvorrichtung nahezu vollkommen vermeiden lassen, ferner, daß das Rotationsmoment des Kreisels viel geringer sein kann, daß wir also eine niedrigere Tourenzahl und ein geringeres Gewicht der Rotationsmasse nehmen können.

Leider ist es mir versagt, bereits heute näher auf die Konstruktion des Apparats einzugehen. Ich denke dagegen, auf der nächsten Hauptversammlung Ihnen eingehend hierüber Bericht zu erstatten.

Ich möchte nur noch bemerken, daß die Lösung des Kreiselproblems uns gestattet, auch an andere Fragen, welche für die Schiffspraxis von Bedeutung sind, heranzutreten, und daß dann der Kreisel auch für die Handelsmarine dauernde Verwendung finden wird. Auch hierüber gestatte ich mir, auf der nächsten Hauptversammlung Ihnen zu berichten. (Beifall.)

Herr Korvettenkapitän von Schönberg-Berlin:

Eure Königliche Hoheit! Meine Herren! Wir haben von einer der ersten Autoritäten in der Handelsmarine gehört, daß bisher eine Verwendung des Kreisels in der Handelsmarine von den großen Gesellschaften nicht beabsichtigt ist. Es ist aber vielleicht interessant, diejenigen Punkte hervorzuheben, welche den militärischen Wert dieses Kreisels bilden.

Die Anforderungen, welche der Magnetkompaß an den Schiffbau stellt, sind nicht gering. Der Magnetkompaß ist in erster Linie empfindlich gegen über, unter und neben ihm vorbeiführendes, durchlaufendes weiches Eisen. Wie wir schon gehört haben, wird in der Handelsmarine, wie seit Jahren in der Kriegsmarine, diesen schädlichen Einflüssen dadurch entgegengetreten, daß man die Eisenmassen durch unmagnetisierbares Material unterbricht. Diese Unterbrechungen kosten aber bei Kriegsschiffen bereits ein kleines Vermögen. Der Magnetkompaß ist ferner sehr empfindlich gegen Temperaturveränderungen der ihn umgebenden Eisenmassen, das heißt, es ist schwierig, den Kompaß in der Nähe von Kesseln oder Schiffsmaschinen aufzustellen. Dies kann man auf Handelsschiffen leicht vermeiden, auf Kriegsschiffen schwieriger. Der Kompaß ist ferner außerordentlich empfindlich gegen die Annäherung an Kabel, elektrische Maschinen, Dynamos, Scheinwerfer und bewegliche Eisenmassen. Das läßt sich auf Kriegsschiffen durchaus nicht vermeiden. Ich möchte als Beispiel anführen, daß auf einem Schiff der Magnetkompaß von einem 3 m entfernten Dynamo um 180° abgelenkt wurde, das heißt, wenn das Schiff Nord steuert, so zeigt der Kompaß Süd an. (Bewegung.) Es ist daher begreiflich, daß die Anforderungen, die der Magnetkompaß an den Schiffbauer stellt, außerordentlich große sind. Dazu kommt, daß auch der Artillerist große Konzessionen machen muß, um den Anforderungen des Kompasses gerecht

zu werden. Es handelt sich da rein militärisch um Lagerung der Munition, um Lagerung der Torpedoräume, Dynamorräume usw.

Die Anforderungen also, welche der Magnetkompaß stellte, glaubte man in den meisten Marinen nicht mehr gewähren zu können. Der Erfolg war, trotzdem man das magnetische Moment der Magnetkompassse von  $3\frac{1}{2}$  auf 60, ja auf 100 Millionen erhöhte, ein Versagen des Magnetkompassses. Ich stütze mich bei diesen meinen Behauptungen auf die offiziellen Veröffentlichungen, welche aus den verschiedenen Marinen gemacht worden sind. Ich stütze mich hier auf die Veröffentlichungen aus der holländischen Marine, ich stütze mich — allerdings darin durch Annahmen — auf einige Äußerungen, die uns aus der englischen Marine gekommen sind, zum Beispiel möchte ich darauf hinweisen, daß an den neueren Photographien von englischen Schiffen auf dem Achterdeck hinter den Geschützen provisorische Navigationskompassse aufgestellt sind, die militärisch außerordentlich unbequem sein müssen und auch magnetisch kaum genügen können, die meiner Ansicht nach davon Zeugnis geben, daß die übrigen Kompassse auf dem Schiff nicht so funktionieren, wie man es wünscht. Ich stütze mich auch auf die Veröffentlichungen, welche aus der amerikanischen Marine gekommen sind. Über die Fahrt, welche das große amerikanische Geschwader um das Kap Horn gemacht hat, wurde ein Bericht veröffentlicht; in diesem heißt es von dem Schiffbaumeister Robinson, „die Kompassse in den Ruderräumen waren total unbrauchbar“. Der amerikanische Korvettenkapitän Niblack veröffentlichte eine Arbeit, worin es heißt, „es ist praktisch unmöglich, in dem Kommandoturm einen Kompaß brauchbar aufzustellen“. Der amerikanische Geschwaderchef Evans sagte, „es ist zweifellos, daß unsere Regel- und Peilkompassse mit sehr schwierigen magnetischen Verhältnissen rechnen müssen, und daß die Frage, diese Einflüsse zu kompensieren, eine außerordentlich ernste ist“. Auf dem französischen Unterseeboot „Emeraude“ wurden die Kompassse durch Anstellen der Ölmotore um  $40^\circ$  abgelenkt.

Ich glaube also, der Beweis, daß der Kreiselkompaß ein sehr willkommener Ersatz für den Magnetkompaß militärisch ist, ist damit erbracht. Es fragt sich nur, welches sind die Vorteile und welches sind die Nachteile des Kreiselkompassses? Unangenehm bleibt militärisch immer die Abhängigkeit dieses Instruments von der elektrischen Leitung. Unangenehm ist, daß wir bisher noch nichts oder so wenig über die Lebensdauer dieses komplizierten Instruments wissen; aber ich bin der festen Überzeugung, daß die Technik, welche so Außerordentliches geleistet hat, es fertigbringen wird, dieses Instrument frontreif zu machen. Ein frontreifes Instrument haben wir — das darf man wohl sagen — noch nicht. Wohl aber ist es der Firma Anschütz in Kiel durch große persönliche und pekuniäre Opfer gelungen, uns ein frontbrauchbares Instrument zu liefern, das in mehreren Exemplaren in der deutschen Marine aufstellung gefunden hat und bisher befriedigend arbeitet.

Wie hier ausgeführt worden ist, arbeiten andere Firmen noch an der Lösung dieser Frage, und wir werden mit Freuden jede andere Lösung begrüßen, und die freie Konkurrenz wird, wie überall, auch da nicht beschränkt sein.

Was die Erprobung im besonderen betrifft, so hat, wie schon erwähnt, ein Kreiselkompaß vier Wochen ununterbrochen auf „Deutschland“ gelaufen. Das ist eine Aufgabe, die man sonst wohl an diesen Apparat nicht stellen wird, denn man wird ihn zur Schonung dieser außerordentlich kostbaren Materie während der Zeit im Hafen abstellen. Es läßt daher alles darauf schließen, daß wir in kürzester Zeit oder wenigstens in wenigen Jahren einen brauchbaren Kreiselkompaß haben werden. (Beifall.)

Herr Dr. Anschütz-Kaempfe (Schlußwort):

Auf den Einwand des Herrn Dr. Martienssen, daß es unmöglich sei, zu erkennen, wann der Kreiselkompaß eine Schwingung um den Meridian macht, habe ich folgendes zu erwidern:

Kreisel und Rose sind durch ein Halsstück starr verbunden. Auf der Rose ist eine Libelle so angeordnet, daß sie parallel zur Achse des Kreisels steht. Andererseits wissen wir, daß Marschgeschwindigkeit des Kreisels und Elevation der Kreiselachse in einem ursächlichen Zusammenhang stehen, daß wir somit instande sind, an dem Ausschlage der Libelle zu erkennen, ob der Kreisel ruhig im Meridian steht oder ob er sich in einer Schwingung befindet.

Wenn nun beispielsweise durch Explodieren einer Granate, durch einen starken einseitigen Luftdruck oder durch eine Berührung der Apparat eine Störung erlitten hat, so muß, ehe er seine Präzessionsbewegung macht, d. h. aus dem Meridian herausgeht, die Achse erst eine Elevation bekommen haben und diese Elevation ist sofort an der Libelle erkennbar. Der Mann am Steuer weiß also, da sich die Libelle in seinem Gesichtskreis befindet, daß der Apparat eine Schwingung macht. Er kann auch, wenn er mit dem Wesen des Apparates vertraut ist, durch Einstellen der Libelle in die Horizontale den entstandenen Bewegungsimpuls durch eine Drehung um die Vertikalachse wieder ausgleichen.

Zugleich weiß der Steuermann, daß, wenn die Libelle des Apparates in der Horizontale ruhig steht, mit Bestimmtheit, daß die Weisung der Kreiselachse mit dem Meridian identisch ist.

Ich muß also den Einwurf, man könne an dem Apparat eine Schwingung nicht erkennen, zurückweisen.

Ich habe noch eine Frage vom Vorstandstisch zu beantworten über den Preis des Apparates. Ein solcher Apparat besteht natürlich aus einer ganzen Anlage, aus den Maschinen zum Anlassen, Widerständen, Tourenzähler, Meßinstrumenten usw., aus dem Apparat selbst und aus seiner Leitung. Zurzeit kostet eine solche Anlage 20.000 M. (Bewegung.) Es ist möglich, daß bei einer fabrikmäßigen Herstellung der Preis sich erniedrigt. Jedenfalls steckt in dem Apparat eine jahrelange, unausgesetzte Arbeit mit ungeheuren Kosten, so daß der Preis des Apparates sich daraus erklärt.

Der Ehrenvorsitzende, Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Der Vortrag des Herrn Dr. Anschütz hat uns mit einer auf navigatorischem Gebiete unwägend wirkenden Erfindung bekannt gemacht. Der Kreisel verspricht auf stark gepanzerten Schiffen ein Aushilfsmittel zu werden, und wenn er nur dies erfüllt, so ist er von großem Vorteil für uns.