DEUTSCHES REICH

AUSGEGEBEN
AM 28. FEBRUAR 1924

REICHSPATENTAMT

PATENTSCHRIFT

— № 391036 —

KLASSE 42h GRUPPE 23

(Z 13411 IX/42h)

Firma Carl Zeiss in Jena.

Vorrichtung zum Projizieren von Gestirnen auf eine kugelförmige Projektionswand.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 17. Oktober 1922 ab.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Projizieren von Gestirnen auf eine kugelförmige Projektionswand.

Um einerseits auf dieser Projektionswand den Fixsternhimmel in solcher Ausdehnung sichtbar machen zu können, wie er am Aufstellungsort der Vorrichtung gesehen wird, werden mehrere Projektionseinrichtungen derart angeordnet, daß sie um eine den Kugelmittelpunkt der Projektionswand enthaltende, der Weltachse parallele Achse drehbar sind, und daß ihre Objektive um eine Lichtquelle herumgruppiert sind, die in diesem Mittelpunkt liegt und sämtlichen Projektionseinrichtungen gemeinsam ist.

Um anderseits auf dieser Projektionswand die Bewegungen eines gegenüber der Erde bewegten Körpers des Sonnensystems, also eines Planeten oder der Sonne oder des Mondes, so zu veranschaulichen, wie sie am Aufstellungsort der Vorrichtung wahrgenommen werden, wird eine Einrichtung vorgesehen, die einen Träger enthält, der um eine den Kugelmittelpunkt der Projektionswand enthaltende, der Weltachse parallele Achse drehbar angeordnet ist, und in dem zwei Glieder gegeneinander beweglich angeordnet sind, mit denen eine Projektionsvorrichtung derart gekuppelt ist, daß ihre Achse stets der Verbindungslinie eines bestimmten Punktes des einen Gliedes mit einem bestimmten Punkt des anderen Gliedes parallel ist. Dabei entspricht der bestimmte Punkt des einen Gliedes der Erde und der des anderen Gliedes dem gegenüber

der Erde bewegten Körper des Sonnensystems, dessen Bewegung veranschaulicht werden soll.

Damit jene Einrichtung möglichst einfach wird, soll angenommen werden, daß sich jeder Körper des Sonnensystems auf einem Kreis bewegt, der gegenüber dem Zentralgestirn des Himmelskörpers exzentrisch liegt.

Diese Annahme vorausgesetzt, wird mindestens das eine jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt, deren Mittelpunkt außerhalb einer Geraden liegt, die gegenüber jenem Träger eine solche unveränderliche Lage hat, daß sie den Kugelmittelpunkt der Projektionswand enthält und gegen die erwähnte Drehachse des Trägers um denjenigen Winkel ($23^1/_2°$) geneigt ist, den die Ekliptik mit dem Äquator bildet.

Ist nur das eine jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt, so läßt sich die Bewegung der Sonne oder des Mondes gegenüber der Erde veranschaulichen, indem das andere jener beiden Glieder an jenem Träger fest so angeordnet wird, daß jene Verbindungslinie der beiden Glieder stets jene Gerade schneidet. Sind beide Glieder auf Kreisbahnen geführt, so läßt sich die Bewegung eines Planeten gegenüber der Erde veranschaulichen.

Handelt es sich darum, die Bewegungen des Mondes oder eines gegenüber der Erde bewegten Planeten zu veranschaulichen, so ist man, wenn auf genaue Wiedergabe der Bahn Wert gelegt wird, noch gezwungen, der Tatsache Rechnung zu tragen, daß die Bahnen dieser Himmelskörper gegen die Ekliptik geneigt sind. Dies geschieht, indem die Kreisbahn, auf der das jener beiden Glieder geführt ist, das einem dieser Himmelskörper entspricht, gegen jene Gerade um das Komplement des Winkels geneigt ist, den die Bahn dieses Himmelskörpers mit der Ekliptik bildet.

Um die Bewegungen des Mondes möglichst naturgetreu vorzuführen, ist ferner noch die Berücksichtigung des Knoten- und des Apsidenumlaufs erforderlich. Zu dem Zwecke wird die Kreisbahn, auf der das jener beiden Glieder geführt ist, das dem Mond entspricht, einerseits um jene Gerade und anderseits um eine Achse drehbar angeordnet, die im Schnittpunkt jener Geraden mit der Ebene der Kreisbahn auf dieser Ebene senkrecht steht.

Endlich ist noch zu berücksichtigen, daß die zu veranschaulichende Bewegung der gegenüber der Erde bewegten Körper des Sonnensystems auf ihren Bahnen nicht gleichförmig erfolgt, sondern nach dem zweiten Keplerschen Gesetz vor sich geht. Dieses Gesetz wird für jeden einzelnen der in Frage kommenden Himmelskörper, mit Ausschluß des Mondes, vorausgesetzt, daß für den Mond der Knoten- und Apsidenumlauf Berücksichtigung findet, mit großer Annäherung erfüllt, wenn jene Einrichtung wie folgt ausgebildet wird:

An jenem Träger wird ein Lenker drehbar so gelagert, daß seine Drehachse auf der Ebene der Kreisbahn des Himmelskörpers in dem Punkte senkrecht steht, in dem diese Ebene von jener Geraden durchstoßen wird. Der Lenker enthält einen radialen Schlitz, in den zwei Zapfen eingreifen, die der Drehachse des Lenkers parallel sind. Der eine dieser beiden Zapfen ist mit einem an jenem Träger gelagerten Arm fest verbunden, der zum Antrieb des auf der Kreisbahn des Himmelskörpers geführten Gliedes dient und um eine Achse drehbar gelagert ist, die der Drehachse des Lenkers parallel ist und den Mittelpunkt der Kreisbahn enthält. Der andere dieser beiden Zapfen ist an einem an jenem Träger drehbar gelagerten Antriebsrad (z. B. an einem Zahnrad) oder an einem mit diesem Rad fest verbundenen Tragarm so befestigt, daß sein Abstand von der Drehachse des Rades gleich dem Abstand des ersteren Zapfens von der Drehachse des Armes ist. Dabei hat dieses Rad eine solche Lage zu jenem Träger, daß seine Drehachse der des Lenkers parallel ist und mit den Drehachsen des Lenkers und des Armes in ein und derselben Ebene derart liegt, daß die Drehachse des Armes zwischen der des Lenkers und der des Rades liegt und von jeder dieser beiden Drehachsen denselben Abstand hat.

Damit auch für den Mond, unter der Voraussetzung, daß für den Mond der Knoten- und der Apsidenumlauf Berücksichtigung finden soll, das zweite Keplersche Gesetz erfüllt wird, dürfen der Lenker, der Arm und das Rad nicht mehr unmittelbar an jenem Träger gelagert sein. Im übrigen bleibt aber der Zusammenhang zwischen diesen drei Teilen ungeändert.

Um eine möglichst gedrängte Bauart zu erhalten, empfiehlt es sich, in dem Falle, daß nur eines jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt ist, während das andere Glied an jenem Träger fest angeordnet ist. die Lage des Mittelpunktes der Kreisbahn zu jener Geraden und die Einstellung des beweglichen Gliedes auf der Kreisbahn so zu wählen, daß die Richtung der Verbindungslinie der beiden Glieder, vom festen nach dem beweglichen Glied gesehen, mit der Richtung des von der Lichtquelle der mit den beiden Gliedern gekuppelten Projektionsvorrichtung aus fortschreitenden Achsenstrahles übereinstimmt.

Aus demselben Grunde empfiehlt es sich, in

dem anderen Falle, daß jedes jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt ist, die Lage der Mittelpunkte der beiden Kreisbahnen zu jener Geraden und die Einstellung der beiden Glieder je auf der zugehörenden Kreisbahn so zu wählen, daß die Richtung der Verbindungslinie der beiden Glieder, von dem jener Geraden am nächsten liegenden nach dem entfernt liegenden Glied gesehen, mit der Richtung des von der Lichtquelle der mit den beiden Gliedern gekuppelten Projektionsvorrichtung aus fortschreitenden Achsenstrahles übereinstimmt.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel einer der Erfindung entsprechenden Vorrichtung dargestellt, die dazu dient, die Fixsterne, die Sonne (☉), den Mond (☾) und die Planeten Merkur (☿), Venus (♀), Mars (♂), Jupiter (♃) und Saturn (♄) auf eine kugelförmige Projektionswand zu projizieren und die Bewegung dieser Himmelskörper gegenüber der Erde auf dieser Projektionswand so zu veranschaulichen, wie sie von einem bestimmten Punkte der Erde (+) wahrgenommen wird. Abb. 1 zeigt die Vorrichtung im Aufriß, teilweise in Ansicht, teilweise im Schnitt. Die Mechanismen zur Erzeugung der Bewegung der für die Projektion der Himmelskörper ☉, ☾, ☿, ♀, ♂, ♃ und ♄ maßgeblichen Teile sind in dieser Abbildung der Übersichtlichkeit halber zum größten Teil weggelassen, nur das zugehörende astronomische Zeichen ist an dem Ort eingeschrieben, an dem die entsprechenden Mechanismen angebracht sein müssen. Die Mechanismen selbst sind aus Abb. 2 bis 4 ersichtlich, und zwar die zur Erzeugung der Bewegung der Sonne aus Abb. 2, die zur Erzeugung der Bewegung des Mondes aus Abb. 3 und die zur Erzeugung der Bewegung des Merkur, der Venus, des Mars, des Jupiter oder des Saturn aus Abb. 4, wobei durch die in die Abb. 2 bis 4 eingeschriebenen astronomischen Zeichen der Zusammenhang mit Abb. 1 hergestellt ist. Abb. 5 bis 7 zeigen im Grundriß schematisch die gegenseitige Lage der für die Projektion der Himmelskörper ☉, ☿, ♀, ♂, ♃ und ♄ maßgeblichen Teile, und zwar Abb. 5 für die Sonne, Abb. 6 für den Merkur oder für die Venus und Abb. 7 für den Mars, Jupiter oder Saturn.

Auf einem Ständer *a* ist ein Tragkörper *b* um eine Achse *X-X* drehbar gelagert, der durch ein Zahnradgetriebe antreibbar ist, dessen eines Rad b^1 mit dem Tragkörper *b* fest verbunden ist, und dessen anderes Rad c^1 auf einer an dem Ständer *a* drehbar gelagerten, der Drehachse *X-X* parallelen Welle *c* sitzt, die von einem nicht gezeichneten Motor antreibbar zu denken ist. In dem Tragkörper *b* ist eine Welle *d* um eine mit ihrer Achse zusammenfallende Achse *Y-Y* drehbar gelagert, die mit der Drehachse *X-X* einen Winkel $\varepsilon = 23^1/_2°$ einschließt, d. i. der Winkel, den die Ekliptik mit dem Äquator bildet. Die Welle *d* ist mittels einer Schraube d^0 in dem Tragkörper *b* festklemmbar. Sie ist einerseits mit einem Gehäuse d^1 von der Form einer Hohlkugel fest derart verbunden, daß der Kugelmittelpunkt *C* im Schnittpunkt der Drehachsen *X-X* und *Y-Y* liegt. Anderseits ist an der Welle *d* ein Träger befestigt, der aus acht zur Achse *Y-Y* senkrechten Platten d^2 besteht, die durch Bolzen d^3 fest miteinander verbunden sind. Eine der Drehachse *Y-Y* parallele Welle d^4 ist an sämtlichen Platten gelagert. Diese Welle d^4 ist von einem in der Zeichnung nur schematisch angedeuteten Motor d^5 aus mittels eines Kegelradpaares d^6 antreibbar. An dem Gehäuse d^1 sind 31 Projektionsapparate d^7, von denen in der Zeichnung nur sieben sichtbar sind, und deren jeder zur Projektion eines Teiles des Fixsternhimmels dient, so befestigt, daß ihre Achsen sich im Kugelmittelpunkt *C* schneiden. Sämtlichen Projektionsapparaten d^7 ist eine an dem Gehäuse d^1 angeordnete Glühlampe d^8 gemeinsam, deren Glühfäden den Kugelmittelpunkt *C* umgeben.

Im folgenden soll die Einrichtung zur Projektion der Sonne beschrieben werden (s. Abb. 2), die in dem mit ☉ bezeichneten, durch zwei Platten d^2 abgegrenzten Raume (s. Abb. 1) angeordnet zu denken ist. An der einen dieser beiden Platten d^2 ist um eine mit der Drehachse *Y-Y* der Welle *d* zusammenfallende Achse *M-M* drehbar ein Führungskörper *e* gelagert, in dem eine zylindrische Bohrung e^1 derart angeordnet ist, daß ihre Achse die Drehachse *M-M* senkrecht schneidet. Ein Zapfen, der drei zueinander exzentrisch liegende, zylindrische Teile f^1, f^2 und f^3 enthält, ist mit der anderen dieser beiden Platten d^2 verschraubt. Die Achse des Teiles f^1 ist mit *W-W*, die des Teiles f^2 ist mit *U-U*, und die des Teiles f^3 ist mit *V-V* bezeichnet. Diese drei Achsen haben eine solche Lage, daß sie in einer die Drehachse *M-M* enthaltenden Ebene liegen, daß ferner die Achse *U-U* mit der Drehachse *M-M* zusammenfällt, und daß die Achse *V-V* zwischen den Achsen *U-U* und *W-W* liegt und von jeder dieser beiden Achsen einen Abstand s^1 hat, der der linearen Exzentrizität der Erdbahn entspricht. Auf dem Zapfenteil f^1 ist ein Zahnrad *g* lose drehbar angeordnet, das mittels eines in der Zeichnung weggelassenen Getriebes mit der Welle d^4 derart gekuppelt zu denken ist, daß, wenn die Welle d^4 und der Tragkörper *b* je von dem zugehörenden Motor angetrieben werden, die Zeit, in der der Tragkörper *b* eine volle Um-

drehung um die Achse X-X ausführt, sich zu der Zeit, in der das Zahnrad g eine volle Umdrehung um die Achse W-W macht, wie ein Sterntag zu einem siderischen Jahr verhält. Das Zahnrad g enthält einen Zapfen g^1, dessen Achse von der Achse W-W des Zapfenteiles f^1 einen Abstand t^1 hat, der sich zu jenem Abstand s^1 wie der Halbmesser der Kreisbahn, die mit Annäherung an Stelle der elliptischen Bahn der Erde gesetzt werden kann, zu der linearen Exzentrizität der Erdbahn verhält. Auf dem Zapfenteil f^2 ist ein Lenker h lose drehbar angeordnet, der mit einem durch die Achse U-U gerichteten Schlitz h^1 ausgestattet ist, in den der Zapfen g^1 eingreift, so daß bei einer Drehung des Zahnrades g dem Lenker h eine Drehung erteilt wird. In den Schlitz h^1 greift gleichzeitig ein zweiter Zapfen i^1 ein, der mit einem auf dem Zapfenteil f^3 lose drehbar angeordneten Arm c fest so verbunden ist, daß seine Achse von der Achse V-V des Zapfenteiles f^3 jenen Abstand t^1 hat. Die beschriebene Anordnung soll dazu dienen, dem Arm i mit dem Zapfen i^1 eine ungleichförmige Bewegung solcher Art zu erteilen, daß das zweite Keplersche Gesetz erfüllt wird. Diese verlangte ungleichförmige Bewegung wird bei gleichförmiger Bewegung des Zahnrades g mit guter Annäherung erreicht. An dem Arm i ist um eine mit der Achse des Zapfens i^1 zusammenfallende Achse N-N drehbar ein Halter j gelagert, an dem ein Projektionsapparat j^1 so befestigt ist, daß seine optische Achse in der Ebene liegt, die die Achse der zylindrischen Bohrung e^1 bei einer Drehung des Führungskörpers e um seine Drehachse M-M beschreibt. Der Projektionsapparat j^1 enthält eine Glühlampe j^2, einen Kondensor j^3, eine mit einer kleinen Öffnung j^0 versehene Blende j^4 und ein Objektiv j^5. Eine Führungsstange j^6, die mit dem Projektionsapparat j^1 so verbunden ist, daß ihre Achse mit der optischen Achse zusammenfällt, ist in der Bohrung e^1 des Führungskörpers e verschieblich gelagert und bewirkt, daß sich der Projektionsapparat beim Antrieb des Zahnrades g um die Achse M-M dreht.

Das Wesen der beschriebenen Einrichtung geht aus Abb. 5 hervor. In dieser Abbildung ist die Zeichenebene die Ebene der Ekliptik. Im Punkt M ist die Sonne befindlich zu denken. $M\Upsilon$ bezeichnet die Blickrichtung von der Sonne nach dem Frühlingspunkt. Der Winkel $\Upsilon M Q' = \pi$ gibt die Länge des Perihels Q' der Erdbahn an. Trägt man auf der Verlängerung von $Q'M$ über M hinaus die Strecke $M V' = s^1$ auf und schlägt man um V' einen Kreis mit einem Radius R^1, der jenem obenerwähnten Abstand t^1 gleich ist, so entspricht er mit Annäherung der Erdbahn. Verbindet man einen Punkt P' dieses Kreises mit M, so gibt die Blickrichtung von P' nach M die Richtung an, in der die im Punkt M fest angeordnete Sonne von der im Punkt P' befindlichen Erde aus gesehen wird. Mit dieser Blickrichtung müßte offenbar bei der Projektion der Sonne die Projektionsrichtung übereinstimmen. Überlegungen lassen es erwünscht erscheinen, daß die Richtung, in der die Sonne von der Erde aus gesehen wird, durch das Blicken von dem festen Punkt M aus zustande kommt. Denkt man sich den der Erdbahn entsprechenden Kreis in der Richtung $M Q'$ über Q' hinaus um zwei s^1 verschoben, wobei s^1 jenen oben angegebenen Wert hat, und wobei ferner der Mittelpunkt dieses Kreises von V' nach V gelangt und die Länge des neuen Perihels Q den Winkelwert $\pi + 180°$ annimmt, und denkt man sich ferner auf diesem verschobenen Kreis die Erde in demjenigen Punkte P befindlich, der von dem neuen Perihel Q gleich weit entfernt ist wie der Punkt P' von dem ersterwähnten Perihel Q', so liegen P' und P auf einer Geraden durch M. Die Blickrichtung von der im Punkt M fest angeordneten Sonne nach der im Punkt P befindlichen Erde stimmt also mit der Blickrichtung von P' nach M überein. Man trage noch auf $V Q'$ eine Strecke $V W = M V = s^1$ auf.

Es werde wie auch weiterhin stets angenommen, daß die durch die Achse Y-Y und die Achse der Welle d^4 (s. Abb. 2) bestimmte Ebene die Blickrichtung von der Sonne nach dem Frühlingspunkt enthält. Daraus folgt, daß der Zapfen f^1, f^2, f^3, abweichend von der Darstellung in Abb. 2, eine solche Lage gegenüber der ihn tragenden Platte d^2 haben muß, daß die durch die Achsen U-U, V-V und W-W der Zapfenteile f^2, f^3 und f^1 bestimmte Ebene mit jener Ebene den Winkel π einschließt, und daß die Lage der Achsen U-U, V-V und W-W der Lage der Punkte M, V und W in Abb. 5 entspricht.

Im folgenden soll die Einrichtung zur Projektion des Mondes beschrieben werden (s. Abb. 3), die in dem mit (bezeichneten, durch zwei Platten d^2 abgegrenzten Raum (s. Abb. 1) angeordnet zu denken ist. An der einen dieser beiden Platten d^2 ist die Schale e^2 eines Kugelgelenkes, dessen Kugel mit e^3 bezeichnet ist, so befestigt, daß der Kugelmittelpunkt auf der Drehachse Y-Y der Welle d liegt. An der anderen dieser beiden Platten d^2 ist um eine mit der Drehachse Y-Y zusammenfallende Achse O-O drehbar ein Zahnrad k gelagert, das mit der Welle d^4 mittels eines in der Zeichnung weggelassenen Getriebes derart gekuppelt zu denken ist, daß, wenn die Welle d^4 und der Tragkörper b je von dem zugehörenden Motor angetrieben

werden, die Zeit, in der der Tragkörper b eine volle Umdrehung um die Achse X-X ausführt, sich zu der Zeit, in der das Zahnrad k eine volle Umdrehung um die Achse O-O macht, wie ein Sterntag zu der Zeit verhält, in der die Knoten der Mondbahn einen vollen Umlauf machen. An dem Zahnrad k ist ein Zahnrad l um eine Achse Z-Z drehbar gelagert, die mit der Drehachse O-O des Zahnrades k das Komplement des Winkels einschließt, den die Mondbahn mit der Ekliptik bildet, und die den Mittelpunkt der Kugel e^3 enthält. Dieses Zahnrad ist mit der Welle d^4 mittels eines in der Zeichnung weggelassenen Getriebes derart gekuppelt zu denken, daß, wenn die Welle d^4 und der Tragkörper b je von dem zugehörenden Motor angetrieben werden, die Zeit, in der der Tragkörper b eine volle Umdrehung um die Achse X-X ausführt, sich zu der Zeit, in der das Zahnrad l eine volle Umdrehung um die Achse Z-Z macht, wie ein Sterntag zu derjenigen Zeit verhält, in der die Apsiden der Mondbahn einen vollen Umlauf, bezogen auf ein und denselben Knoten der Mondbahn, machen. Mit dem Zahnrad l ist ein Zapfen verschraubt, der wie der Zapfen f^1, f^2, f^3 drei zueinander exzentrisch liegende, zylindrische Teile f^4, f^5, f^6 enthält. Die Achse des Teiles f^4 ist mit W^1-W^1, die des Teiles f^5 ist mit U^1-U^1 und die des Teiles f^6 ist mit V^1-V^1 bezeichnet. Diese drei Achsen haben eine solche Lage, daß die Achse U^1-U^1 mit der Drehachse Z-Z des Zahnrades l zusammenfällt, und daß die beiden anderen Achsen V^1-V^1 und W^1-W^1 mit der Achse U^1-U^1 in einer Ebene liegen, und zwar so, daß die Achse V^1-V^1 zwischen den beiden anderen Achsen liegt und von jeder von ihnen einen Abstand s^2 hat, der der linearen Exzentrizität der Mondbahn entspricht. Auf dem Zapfenteil f^4 ist ein Zahnrad g^2 lose drehbar angeordnet, das mittels eines in der Zeichnung weggelassenen Getriebes mit der Welle d^4 derart gekuppelt zu denken ist, daß, wenn die Welle d^4 und der Tragkörper b je von dem zugehörenden Motor angetrieben werden, die Zeit, in der der Tragkörper b eine volle Umdrehung um die Achse X-X ausführt, sich zu der Zeit, in der das Zahnrad g^2 eine volle Umdrehung um die Achse W^1-W^1 macht, wie ein Sterntag zu einem siderischen Monat verhält. Das Zahnrad g^2 enthält einen Zapfen g^3, dessen Achse von der Achse W^1-W^1 des Zapfenteiles f^4 einen Abstand t^2 hat, der sich zu jenem Abstand s^2 wie der Halbmesser der Kreisbahn, die mit Annäherung an Stelle der elliptischen Mondbahn gesetzt werden kann, zu der linearen Exzentrizität der Mondbahn verhält. Auf dem Zapfenteil f^5 ist ein Lenker h^2 lose drehbar angeordnet, der mit einem durch die Achse U^1-U^1 gerichteten Schlitz h^3 ausgestattet ist, in den der Zapfen g^3 eingreift, so daß bei einer Drehung des Zahnrades g^2 um die Achse W^1-W^1 dem Lenker h^2 eine Drehung um die Achse U^1-U^1 erteilt wird. In den Schlitz h^3 greift gleichzeitig ein zweiter Zapfen i^3 ein, der mit einem auf dem Zapfenteil f^6 lose drehbar angeordneten Arm i^2 fest so verbunden ist, daß seine Achse von der Achse V^1-V^1 des Zapfenteiles f^6 jenen Abstand t^2 hat. Die beschriebene Anordnung soll dazu dienen, dem Arm i^2 mit dem Zapfen i^3 eine ungleichförmige Bewegung solcher Art zu erteilen, daß das zweite Keplersche Gesetz erfüllt wird. Diese verlangte ungleichförmige Bewegung wird bei gleichförmiger Bewegung des Zahnrades g^2 mit guter Annäherung erreicht. An dem Arm i^2 ist die Schale m^1 eines Kugelgelenkes, dessen Kugel mit m^2 bezeichnet ist, so befestigt, daß der Kugelmittelpunkt einerseits auf der Achse des Zapfens i^3 und anderseits in einer auf der Achse Z-Z senkrecht stehenden Ebene durch den Mittelpunkt des Kugelgelenkes e^2, e^3 liegt. Mit der Kugel m^2 ist ein Projektionsapparat j^1, der die gleichen optischen Teile enthält wie der zu der Einrichtung zur Projektion der Sonne gehörende, derart verschraubt, daß seine optische Achse den Mittelpunkt des Kugelgelenkes m^1, m^2 enthält. Eine in einer Bohrung e^4 der Kugel e^3 verschieblich gelagerte Führungsstange m^0 ist mit der Kugel m^2 so verschraubt, daß die optische Achse des Projektionsapparates auch den Mittelpunkt des Kugelgelenkes e^2, e^3 enthält und bei angetriebener Welle d^4 eine Drehung um diesen Mittelpunkt erfährt.

Im folgenden soll die Einrichtung zur Projektion des Merkur beschrieben werden (s. Abb. 4), die in dem mit ☿ bezeichneten, durch zwei Platten d^2 abgegrenzten Raum (s. Abb. 1) angeordnet zu denken ist. Diese Einrichtung enthält zunächst verschiedene Teile, die genau wie bei der durch Abb. 2 dargestellten Einrichtung zur Projektion der Sonne ausgebildet und angeordnet sind, und die daher mit den gleichen Bezeichnungen versehen sind, nämlich einen an einer dieser beiden Platten d^2 befestigten Zapfen mit drei zueinander exzentrisch liegenden, zylindrischen Teilen f^1, f^2 und f^3, ein Zahnrad g mit einem Zapfen g^1, einen Lenker h mit einem Schlitz h^1 und einen Arm i mit einem Zapfen i^1. Über Einzelheiten siehe den entsprechenden Teil der Beschreibung der Abb. 2. An dem Arm i ist die Schale m^3 eines Kugelgelenkes, dessen Kugel mit m^4 bezeichnet ist, so befestigt, daß der Kugelmittelpunkt auf der Achse des Zapfens i^1 liegt. An der anderen jener beiden Platten d^2 ist ein Zapfen befestigt, der drei zueinander exzentrisch lie-

gende, zylindrische Teile f^7, f^8 und f^9 enthält. Die Achsen dieser Zapfenteile sind der Reihe nach mit W^2-W^2, U^2-U^2 und V^2-V^2 bezeichnet und haben eine solche gegenseitige Lage, daß sie in ein und derselben Ebene liegen, wobei die Achse V^2-V^2 zwischen den beiden anderen Achsen liegt und von jeder von ihnen einen Abstand s^3 hat, der der linearen Exzentrizität der Merkurbahn entspricht und dem derselbe Maßstab zugrunde liegt wie jenem obenerwähnten Abstand s^1. Die Achse U^2-U^2 des Zapfenteiles f^8 schließt mit der Achse U-U des Zapfenteiles f^2 das Komplement desjenigen Winkels $i\,☿$ ein, den die Bahn des Merkur mit der Ekliptik bildet, und schneidet die Achse U-U in demjenigen Punkt, in dem diese Achse von der auf ihr senkrecht stehenden, den Mittelpunkt des Kugelgelenkes m^3, m^4 enthaltenden Ebene geschnitten wird. Auf dem Zapfenteil f^7 ist ein Zahnrad g^4 lose drehbar gelagert, das mittels eines in der Zeichnung weggelassenen Getriebes mit der Welle d^4 derart gekuppelt zu denken ist, daß, wenn die Welle d^4 und der Tragkörper b je von dem zugehörenden Motor angetrieben werden, die Zeit, in der der Tragkörper b eine volle Umdrehung um die Achse X-X ausführt, sich zu der Zeit, in der das Zahnrad g^4 eine volle Umdrehung um die Achse W^2-W^2 macht, wie ein Sterntag zu der siderischen Umlaufszeit des Merkur verhält. Das Zahnrad g^4 enthält einen Zapfen g^5, dessen Achse von der Achse W^2-W^2 des Zapfenteiles f^7 einen Abstand t^3 hat, der sich zu jenem Abstand s^3 wie der Halbmesser der Kreisbahn, die mit Annäherung an Stelle der elliptischen Merkurbahn gesetzt werden kann, zu der linearen Exzentrizität der Merkurbahn verhält. Auf dem Zapfenteil f^8 ist ein Lenker h^4 lose drehbar gelagert, der mit einem durch die Achse U^2-U^2 gerichteten Schlitz h^5 ausgestattet ist, in den der Zapfen g^5 eingreift, so daß bei einer Drehung des Zahnrades g^4 um die Achse W^2-W^2 der Lenker eine Drehung um die Achse U^2-U^2 erfährt. In den Schlitz h^5 greift gleichzeitig ein zweiter Zapfen i^5 ein, der mit einem auf dem Zapfenteil f^9 lose drehbar gelagerten Arm i^4 fest so verbunden ist, daß seine Achse von der Achse V^2-V^2 dieses Zapfenteiles jenen Abstand t^3 hat. Die beschriebene Anordnung soll dazu dienen, dem Arm i^4 mit dem Zapfen i^5 eine ungleichförmige Bewegung solcher Art zu erteilen, daß das zweite Keplersche Gesetz erfüllt wird. Diese verlangte ungleichförmige Bewegung wird bei gleichförmiger Bewegung des Zahnrades g^4 mit guter Annäherung erreicht. An dem Arm i^4 ist die Schale m^5 eines Kugelgelenkes, dessen Kugel mit m^6 bezeichnet ist, so befestigt, daß der Kugelmittelpunkt einerseits auf der Achse des Zapfens i^5 und anderseits in derjenigen auf der Achse U^2-U^2 senkrecht stehenden Ebene liegt, die den Schnittpunkt dieser Achse mit der Achse U-U enthält. Mit der Kugel m^4 ist ein Projektionsapparat f^1, der die gleichen optischen Teile enthält wie der zu der Einrichtung zur Projektion der Sonne gehörende, derart verschraubt, daß seine optische Achse den Mittelpunkt des Kugelgelenkes m^3, m^4 enthält. Eine in einer Bohrung m^7 der Kugel m^6 verschieblich gelagerte Führungsstange m^0 ist mit der Kugel m^4 so verschraubt, daß die optische Achse des Projektionsapparates auch den Mittelpunkt des Kugelgelenkes m^5, m^6 enthält.

Das Wesen der beschriebenen Einrichtung geht aus Abb. 6 hervor. In dieser Abbildung ist die Zeichenebene die Ebene der Ekliptik. Im Punkte M ist die Sonne befindlich zu denken. $M\,♈$ bezeichnet die Blickrichtung von der Sonne nach dem Frühlingspunkt. Der Winkel $♈\,M\,Q' = \pi_{♁}$ gibt die Länge des Perihels Q' der Erdbahn, der Winkel $♈\,M\,S' = \pi_{☿}$ gibt die Länge des Perihels S' der Bahn des Merkur an. Trägt man auf der Verlängerung von $Q'\,M$ über M hinaus die Strecke $M\,V' = s^1$ auf, wobei s^1 jenen oben angegebenen Wert hat, und schlägt man um V^1 einen Kreis mit einem Radius R^1, der gleich jenem obenerwähnten Abstand t^1 ist, so entspricht dieser Kreis mit Annäherung der Erdbahn. Trägt man ferner auf der Verlängerung von $S'\,M$ über M hinaus die Strecke $M\,V^{2'} = s^3$ auf, wobei s^3 jenen oben angegebenen Wert hat, und schlägt man um $V^{2'}$ einen Kreis mit einem Radius R^3, der gleich jenem obenerwähnten Abstand t^3 ist, so entspricht dieser Kreis mit Annäherung der Merkurbahn, hineingeklappt in die Ebene der Ekliptik (um Abb. 4 besonders deutlich zu machen, ist t^3 größer angenommen als R^3 in Abb. 6). Verbindet man einen Punkt P' auf dem der Erdbahn entsprechenden Kreis mit einem Punkt T' auf dem der Merkurbahn entsprechenden Kreis, so gibt die Blickrichtung von P' nach T' die Richtung, in der der im Punkt T' seiner Bahn befindliche Merkur von der im Punkt P' ihrer Bahn befindlichen Erde aus gesehen wird, hineingeklappt in die Ebene der Ekliptik, an. Mit dieser Blickrichtung müßte offenbar bei der Projektion des Merkur die Projektionsrichtung übereinstimmen. Im Interesse einer gedrängten Bauart liegt es, daß die Richtung, in der der Merkur von der Erde aus gesehen wird, durch das Blicken von einem Punkt des der Bahn des Merkur entsprechenden Kreises nach einem Punkt des der Erdbahn entsprechenden Kreises zustande kommt, dessen Halbmesser R^1 größer ist als der Halbmesser R^3 des der Merkurbahn entsprechenden Kreises.

jektion des Mars die Projektionsrichtung übereinstimmen.

Um aus der durch Abb. 4 veranschaulichten Einrichtung zur Projektion des Merkur eine Einrichtung zur Projektion des Mars zu machen, müßte die Anordnung so getroffen werden, daß statt der Werte i_{φ}, s^1, t^1, s^3 und t^3 die Werte $i_{\sigma'}$, s^4, $t^4 = R^4$, s^5 und $t^5 = R^5$ berücksichtigt werden, und daß das Zahnrad g^4 derart mit der Welle d^4 gekuppelt ist, daß, wenn die Welle d^4 und der Tragkörper b je von dem zugehörenden Motor angetrieben werden, die Zeit, in der der Tragkörper b eine volle Umdrehung um die Achse X-X ausführt, sich zu der Zeit, in der das Zahnrad g^4 eine volle Umdrehung um seine Drehachse macht, wie ein Sterntag zu der siderischen Umlaufszeit des Mars verhält. Der dem Zapfen f^1, f^2, f^3 entsprechende Zapfen müßte gegenüber der ihn tragenden Platte d^2 eine solche Lage haben, daß die durch die Achsen seiner drei Teile bestimmte Ebene zu der durch die Achse Y-Y und die Achse der Welle bestimmten Ebene die gleiche Lage hat, wie bei der Einrichtung zur Projektion des Merkur. Die Lage der den Achsen U-U, V-V und W-W entsprechenden Achsen müßte der Lage der Punkte M, V' und W' in Abb. 7 entsprechen. Der dem Zapfen f^7, f^8, f^9 entsprechende Zapfen müßte gegenüber der ihn tragenden Platte d^2 eine solche Lage haben, daß die durch die Achsen seiner drei Teile bestimmte Ebene mit der durch die Achse Y-Y und die Achse der Welle d^4 bestimmten Ebene den Winkel $\pi_{\sigma'}$ einschließt, und daß die Lage der den Achsen U^2-U^2, V^2-V^2 und W^2-W^2 entsprechenden Achsen der Lage der Punkte M, $V^{3'}$ und $W^{3'}$ in Abb. 7 entspricht.

Um die Vorrichtung gebrauchsfertig zu machen, ist sie so innerhalb einer kugelförmigen Projektionswand aufzustellen, daß der Mittelpunkt C des hohlkugelförmigen Gehäuses d^1 im Kugelmittelpunkt der Projektionswand liegt, und daß die Drehachse X-X des Tragkörpers b der Weltachse parallel ist. Alsdann sind die Einrichtungen zur Projektion der Sonne, des Mondes und der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn derart einzustellen, daß die Projektionsapparate j^1 in bezug aufeinander richtig liegen, nämlich so, daß bei der Projektion dieser sieben Gestirne die gegenseitige Lage der Bilder auf der kugelförmigen Projektionswand der gegenseitigen Lage der Gestirne am Himmel in einem bestimmten Zeitpunkt entspricht. Weiter ist das Gehäuse d^1 so gegenüber dem die acht Platten d^2 enthaltenden Träger einzustellen, daß bei gleichzeitiger Projektion des Fixsternhimmels und jener sieben Gestirne die gegenseitige Lage der Bilder der Wirklichkeit in jenem Zeitpunkt entspricht. Dann ist die Welle d in dem Tragkörper b derart festzustellen, daß die in jenem Zeitpunkte vorhandene Lage der Nachtgleichenlinie in der Ebene der Ekliptik, welche Lage dann mit guter Annäherung für einen größeren Zeitraum gilt (eine zu diesem Zwecke erforderliche Anzeigevorrichtung ist der Einfachheit halber nicht gezeichnet), eingestellt ist. Stellt man noch den Tragkörper b an dem Ständer a so ein, daß die Lage des Sonnenbildes auf der Projektionswand der Stellung der Sonne zu der Tageszeit jenes Zeitpunktes am Himmel entspricht, so ist die Vorrichtung gebrauchsfertig.

Werden die Wellen c und d^4 je von dem zugehörenden Motor angetrieben, so wird den die Projektionswand anblickenden Beobachtern der Lauf der Gestirne vorgeführt. Die Geschwindigkeit des Laufes läßt sich durch Einschalten von Vorgelegen vor den Wellen c und d^4 beliebig ändern, dabei darf natürlich an dem Verhältnis der Umlaufzahlen der Wellen c und d^4 nichts geändert werden.

Infolge der Endlichkeit des Durchmessers der Projektionswand können die beschriebenen Einrichtungen zur Projektion der gegenüber der Erde bewegten Körper des Sonnensystems, die mehr oder weniger weit außerhalb des mit dem Punkt C zusammenfallenden Mittelpunktes der Projektionswand liegen, nicht ganz fehlerlos wirken. Der Fehler kann indessen nahezu völlig behoben werden, wenn jeder der Projektionsapparate j^1 gegenüber der ihn lenkenden Führungsstange j^6 bzw. m^0 einstellbar angeordnet wird. Die Einstellung hätte so zu erfolgen, daß die optische Achse jedes Projektionsapparates bei einer bestimmten Lage desselben auf den Punkt der Projektionswand gerichtet ist, auf den sie bei zentrischer Anordnung der betreffenden Einrichtung gerichtet sein müßte.

Patent-Ansprüche:

1. Vorrichtung zum Projizieren von Gestirnen auf eine kugelförmige Projektionswand, dadurch gekennzeichnet, daß zu dem Zwecke, auf der Projektionswand den Fixsternhimmel in solcher Ausdehnung sichtbar zu machen, wie er am Aufstellungsort der Vorrichtung gesehen wird, mehrere Projektionseinrichtungen derart angeordnet sind, daß sie um eine den Kugelmittelpunkt der Projektionswand enthaltende, der Weltachse parallele Achse drehbar sind, und daß ihre Objektive um eine Lichtquelle herum gruppiert sind, die in diesem Mittelpunkt liegt und sämtliche Projektionseinrichtungen gemeinsam ist.

Man denke sich den der Erdbahn entsprechenden Kreis in der Richtung $M\,Q'$ über Q' hinaus um zwei s^1 verschoben, wobei der Mittelpunkt dieses Kreises von V' nach V gelangt und die Länge des neuen Perihels Q der Erdbahn den Wert $\pi_{\odot} + 180°$ annimmt. Man denke sich ferner den der in die Ebene der Ekliptik hineingeklappten Bahn des Merkur entsprechenden Kreis in der Richtung $M\,S'$ über S' hinaus um zwei s^3 verschoben, wobei der Mittelpunkt dieses Kreises von $V^{2'}$ nach V^2 gelangt und die Länge des neuen Perihels S der Merkurbahn den Wert $\pi_{\mathbb{Q}} + 180°$ annimmt. Nimmt man dann die Erde auf jenem der Erdbahn entsprechenden, verschobenen Kreis in dem Punkt P an, der von dem neuen Perihel Q gleich weit entfernt ist wie der Punkt P' von dem ersterwähnten Perihel Q', und nimmt man weiter den Merkur auf jenem der Merkurbahn entsprechenden, verschobenen Kreis in dem Punkt T an, der von dem neuen Perihel S gleich weit entfernt ist wie der Punkt T' von dem ersterwähnten Perihel S', so ist die Blickrichtung von T nach P der Blickrichtung von P' nach T' parallel (P' und P liegen auf einer Geraden durch M, und T' und T liegen ebenfalls auf einer Geraden durch M). Die geringe Parallelversetzung, die die Blickrichtung $T\,P$ gegenüber der Blickrichtung $P'\,T'$ hat, ist bei einigermaßen großem Durchmesser der kugelförmigen Projektionswand unwesentlich. Man trage noch auf $V\,Q'$ eine Strecke $V\,W = M\,V = s^1$ und auf $V^2\,S'$ eine Strecke $V^2\,W^2 = M\,V^2 = s^3$ auf.

Mit Rücksicht darauf, daß angenommen ist, daß die durch die Achse Y-Y und die Achse der Welle d^4 (s. Abb. 4) bestimmte Ebene die Blickrichtung von der Sonne nach dem Frühlingspunkt enthält, muß der Zapfen f^1, f^2, f^3, abweichend von der Darstellung in Abb. 4, eine solche Lage gegenüber der ihn tragenden Platte d^2 haben, daß die durch die Achsen U-U, V-V und W-W der Zapfenteile f^2, f^3 und f^1 bestimmte Ebene mit jener Ebene den Winkel $\pi_{\mathbb{Q}}$ einschließt, und daß die Lage der Achsen U-U, V-V und W-W der Lage der Punkte M, V und W in Abb. 6 entspricht. Weiter muß der Zapfen f^7, f^8, f^9, ebenfalls abweichend von der Darstellung in Abb. 4, eine solche Lage gegenüber der ihn tragenden Platte d^2 haben, daß die durch die Achsen U^2-U^2, V^2-V^2 und W^2-W^2 bestimmte Ebene mit jener die Achse Y-Y und die Achse der Welle d^4 enthaltenden Ebene den Winkel $\pi_{\mathbb{Q}}$ einschließt, und daß die Lage der Achsen U^2-U^2, V^2-V^2 und W^2-W^2 der Lage der Punkte M, V^2 und W^2 in Abb. 6 entspricht.

Die Einrichtungen zur Projektion der Planet Venus, Mars, Jupiter und Saturn unterscheiden sich von der durch Abb. 4 dargestellten Einrichtung zur Projektion des Merkur lediglich dadurch, daß für jede von ihnen andere Bahnelemente zu berücksichtigen sind. Da der Durchmesser der Bahn der Venus ebenso wie der Durchmesser der Bahn des Merkur kleiner als der Erdbahndurchmesser ist, so ist für die Anordnung des dem Zapfen f^7, f^8, f^9 entsprechenden Zapfens im Falle der Projektion der Venus das durch Abb. 6 dargestellte Schema sinngemäß unter Berücksichtigung der Bahnelemente der Venus maßgebend. Im Falle der Projektion der Planeten Mars, Jupiter oder Saturn, deren Bahndurchmesser größer sind als der Erdbahndurchmesser, gilt für die Anordnung jenes Zapfens ein anderes Schema.

Abb. 7 veranschaulicht dieses Schema für die Anordnung des Zapfens bei der Einrichtung zur Projektion des Mars ($\mathbb{C}^{\mathcal{J}}$). In dieser Abbildung ist die Zeichenebene die Ebene der Ekliptik. Im Punkte M ist die Sonne befindlich zu denken. $M\,\Upsilon$ bezeichnet die Blickrichtung von der Sonne nach dem Frühlingspunkt. Der Winkel $\Upsilon\,M\,Q' = \pi_{\odot}$ gibt die Länge des Perihels Q' der Erdbahn, der Winkel $\Upsilon\,M\,L' = \pi_{\mathcal{J}}$ gibt die Länge des Perihels L' der Bahn des Mars an. Beide Bahnen sind als Kreise angenommen, und die Ebene der Marsbahn ist in die Ebene der Ekliptik hineingeklappt zu denken. V' ist der Mittelpunkt des der Erdbahn entsprechenden Kreises, dessen Halbmesser mit R^4 bezeichnet ist, $V^{3'}$ ist der Mittelpunkt des der Marsbahn entsprechenden Kreises, dessen Halbmesser mit R^5 bezeichnet ist. Beide Halbmesser sind in ein und demselben Maßstab aufgetragen zu denken. Der Punkt V'' liegt auf der Verlängerung von $Q'\,M$ und hat von M einen Abstand s^4, der sich zu dem Halbmesser R^4 wie die lineare Exzentrizität zu dem Halbmesser der Erdbahn verhält. Der Punkt $V^{3'}$ liegt auf der Verlängerung von $L'\,M$ und hat von M einen Abstand s^5, der sich zu dem Halbmesser R^5 wie die lineare Exzentrizität zu dem Halbmesser der Marsbahn verhält. Ein Punkt W' liegt auf der Verlängerung von $Q'\,V'$ und hat von V' einen Abstand $V'\,W' = M\,V' = s^4$. Ein Punkt $W^{3'}$ liegt auf der Verlängerung von $L'\,V^{3'}$ und hat von $V^{3'}$ einen Abstand $V^{3'}\,W^{3'} = M\,V^{3'} = s^5$. Mit P' ist ein Punkt des der Erdbahn entsprechenden Kreises, mit N' ist ein Punkt des der Bahn des Mars entsprechenden Kreises bezeichnet. Die Blickrichtung von P' nach N' gibt die Richtung, in der der im Punkt N' befindliche Mars von der im Punkt P' befindlichen Erde aus gesehen wird, hineingeklappt in die Ebene der Ekliptik, an. Mit dieser Blickrichtung muß bei der Pro-

2. Vorrichtung zum Projizieren von Gestirnen auf eine kugelförmige Projektionswand, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, um auf der Projektionswand die Bewegung eines gegenüber der Erde bewegten Körpers des Sonnensystems so zu veranschaulichen, wie sie am Aufstellungsort der Vorrichtung wahrgenommen wird, ferner dadurch gekennzeichnet, daß diese Einrichtung einen Träger enthält, der um eine den Kugelmittelpunkt der Projektionswand enthaltende, der Weltachse parallele Achse drehbar angeordnet ist und in dem zwei Glieder gegeneinander beweglich angeordnet sind, mit denen eine Projektionsvorrichtung derart gekuppelt ist, daß ihre Achse stets der Verbindungslinie eines bestimmten Punktes des einen Gliedes mit einem bestimmten Punkt des anderen Gliedes parallel ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens das eine jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt ist, deren Mittelpunkt außerhalb einer Geraden liegt, die gegenüber jenem Träger eine solche unveränderliche Lage hat, daß sie den Kugelmittelpunkt der Projektionswand enthält und gegen die erwähnte Drehachse des Trägers um denjenigen Winkel geneigt ist, den die Ekliptik mit dem Äquator bildet.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der nur eines jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das andere Glied an jenem Träger fest so angeordnet ist, daß jene Verbindungslinie der beiden Glieder stets jene Gerade schneidet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jene Kreisbahn gegen jene Gerade um das Komplement des Winkels geneigt ist, den die Bahn des gegenüber der Erde bewegten Himmelskörpers, dessen Bewegungen veranschaulicht werden sollen, mit der Ekliptik bildet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jene Kreisbahn um jene Gerade drehbar angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jene Kreisbahn um eine den Schnittpunkt jener Geraden mit der Ebene der Kreisbahn enthaltende, auf dieser Ebene senkrecht stehende Achse drehbar angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an jenem Träger ein Lenker drehbar so gelagert ist, daß seine Drehachse auf der Ebene jener Kreisbahn in demjenigen Punkt senkrecht steht, in dem diese Ebene von jener Geraden durchstoßen wird, und daß der Lenker einen radialen Schlitz enthält, in den zwei der Drehachse des Lenkers parallele Zapfen eingreifen, deren einer mit einem an jenem Träger gelagerten Arm fest verbunden ist, der zum Antrieb des auf jener Kreisbahn geführten Gliedes dient und um eine Achse drehbar angeordnet ist, die der Drehachse des Lenkers parallel ist und den Mittelpunkt jener Kreisbahn enthält, während der andere an einem an jenem Träger drehbar gelagerten Antriebsrad so befestigt ist, daß sein Abstand von der Drehachse des Rades gleich dem Abstand des ersteren Zapfens von der Drehachse des Armes ist, ferner dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse des Rades der des Lenkers parallel ist und mit den Drehachsen des Lenkers und des Armes in ein und derselben Ebene derart liegt, daß die Drehachse des Armes zwischen der des Lenkers und der des Rades liegt und von jeder dieser beiden Drehachsen denselben Abstand hat.

9. Vorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine solche Lage des Mittelpunktes jener Kreisbahn zu jener Geraden und durch eine solche Einstellung des beweglichen Gliedes auf der Kreisbahn, daß die Richtung jener Verbindungslinie der beiden Glieder, vom festen nach dem beweglichen Glied gesehen, mit der Richtung des von der Lichtquelle der mit den beiden Gliedern gekuppelten Projektionsvorrichtung aus fortschreitenden Achsenstrahles übereinstimmt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der jedes jener beiden Glieder auf einer Kreisbahn geführt ist, gekennzeichnet durch eine solche Lage der Mittelpunkte der beiden Kreisbahnen zu jener Geraden und durch eine solche Einstellung der beiden Glieder je auf der zugehörenden Kreisbahn, daß die Richtung jener Verbindungslinie der beiden Glieder, von dem jener Geraden am nächsten liegenden nach dem entfernt liegenden Glied gesehen, mit der Richtung des von der Lichtquelle der Projektionseinrichtung aus fortschreitenden Achsenstrahles übereinstimmt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

BERLIN. GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI.

Zu der Patentschrift 391036
Kl. 42h Gr. 23

Zu der Patentschrift 391036
Kl. 42h Gr. 23

Abb. 1.

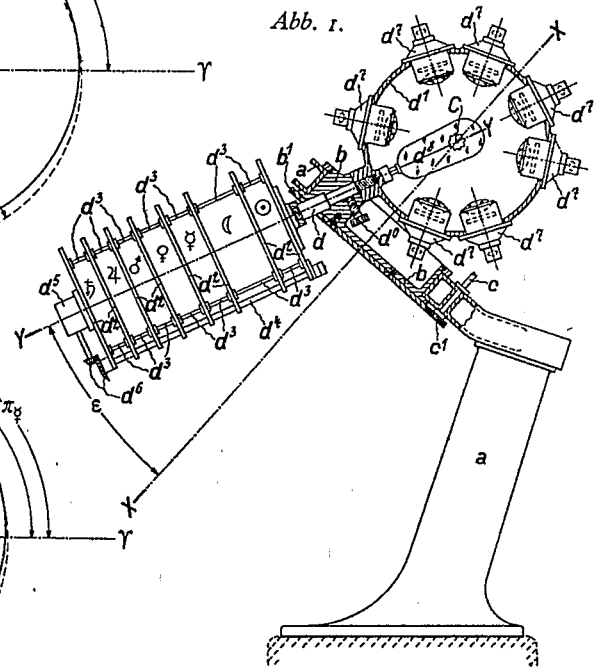


Abb. 2.

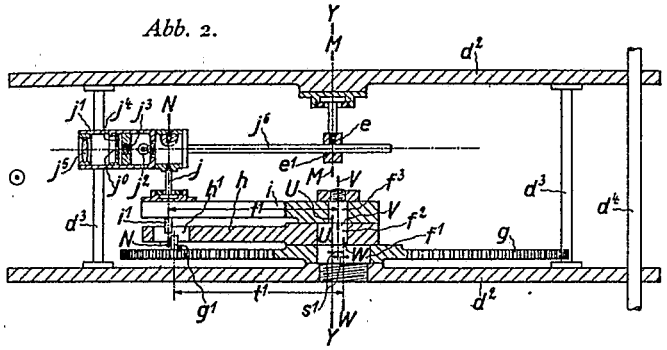


Abb. 3.

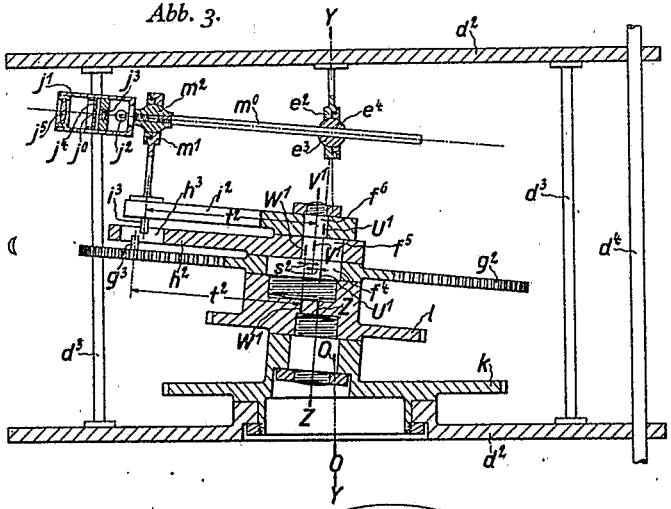


Abb. 4.

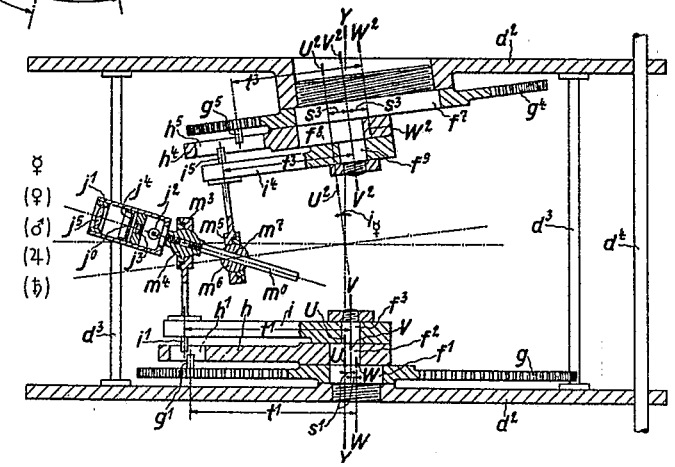


Abb. 5.

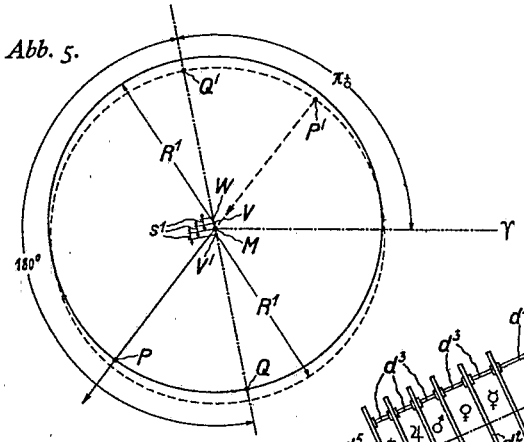


Abb. 6.

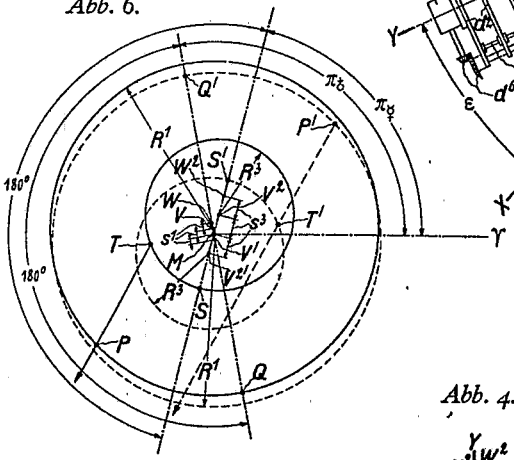
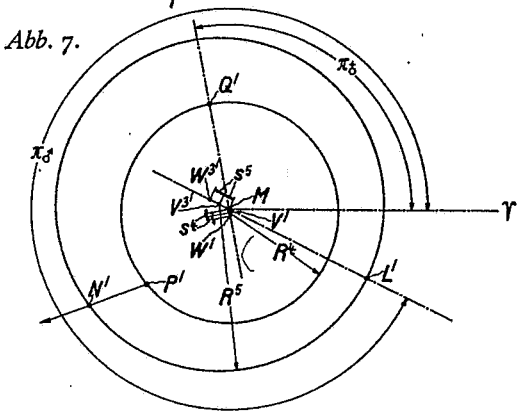


Abb. 7.



Zu der Patentschrift 391036
Kl. 42h Gr. 23

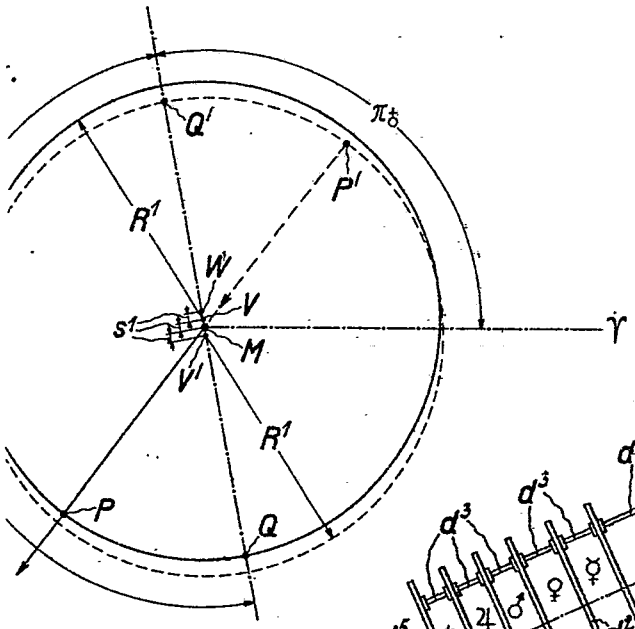
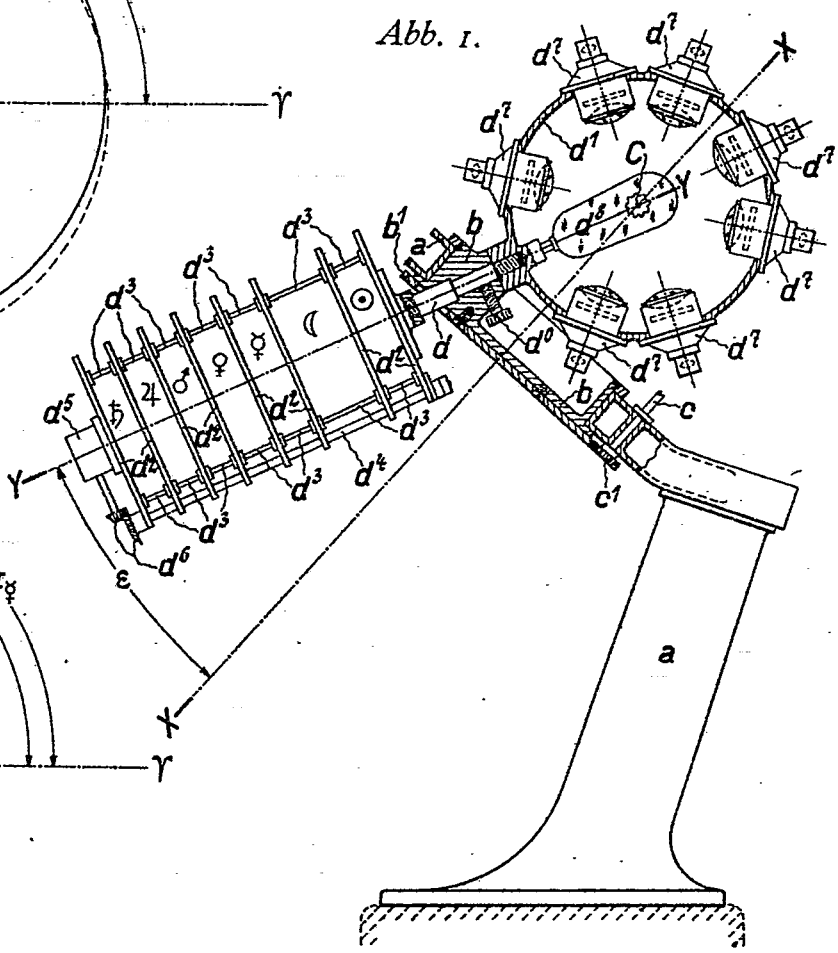


Abb. 1.



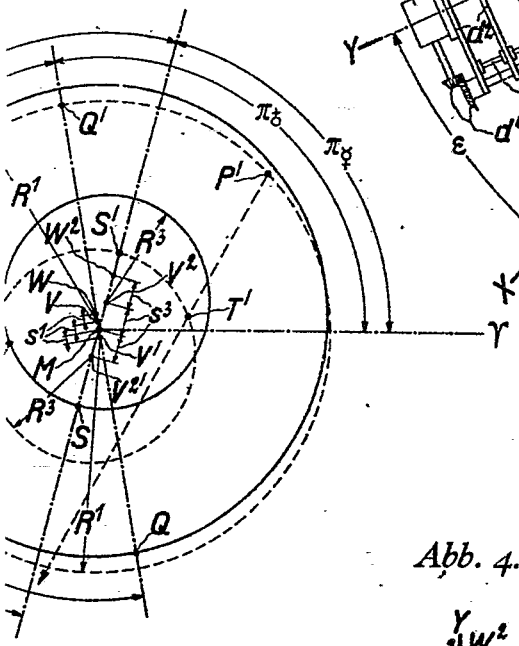


Abb. 4.

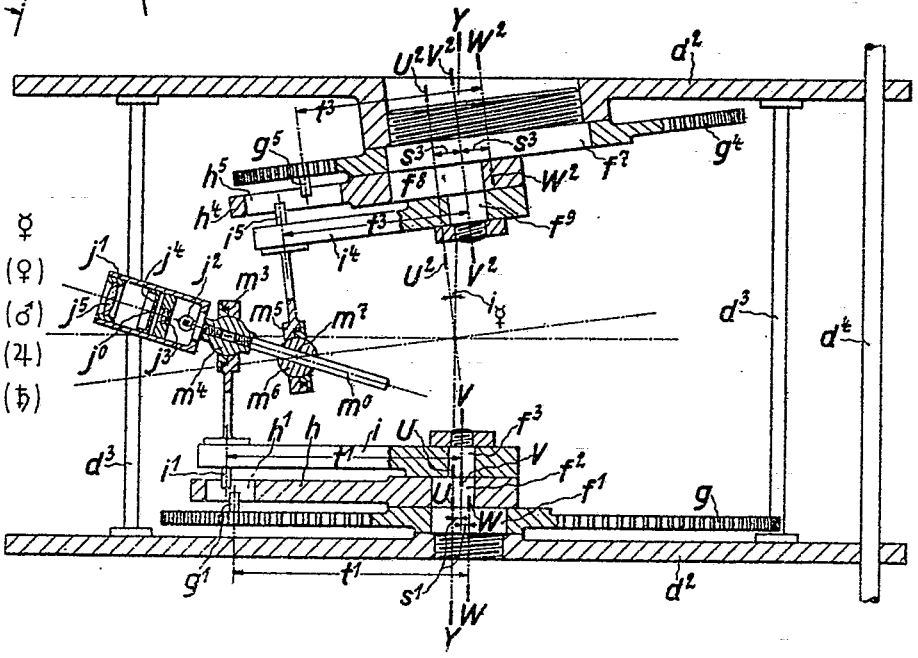


Abb. 2.

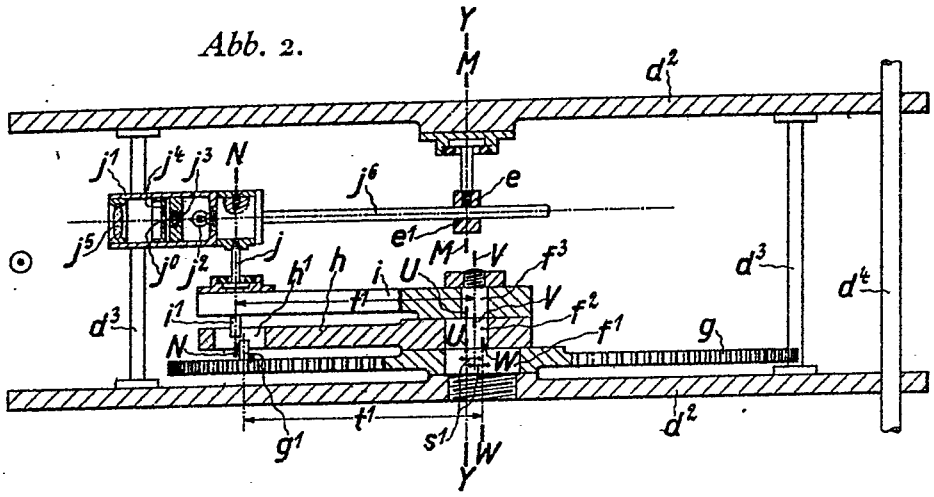
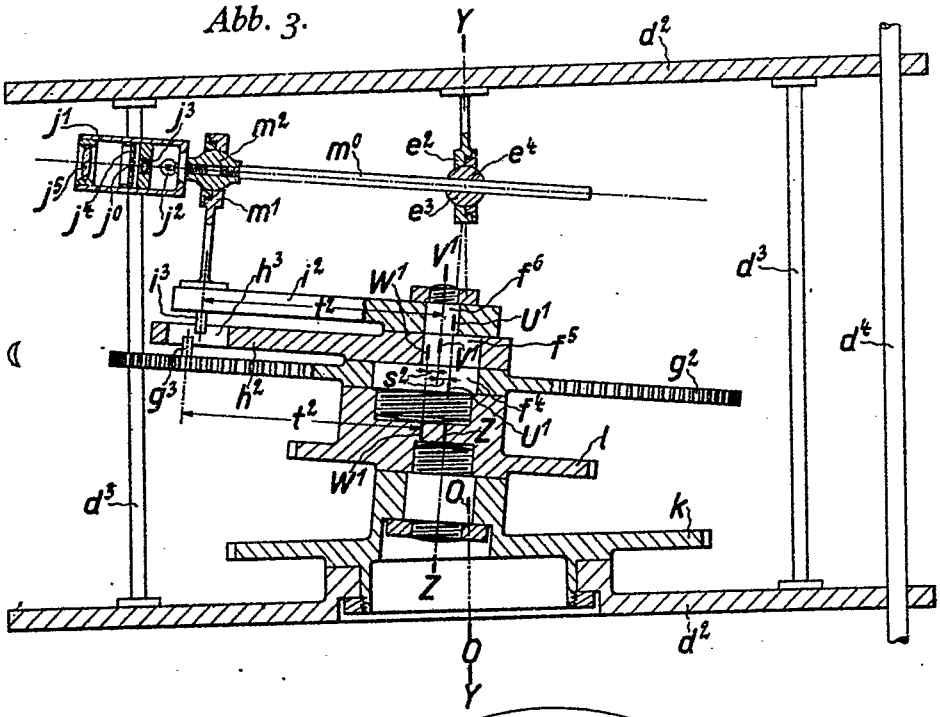


Abb. 3.



Abb

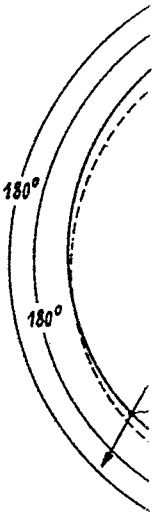


Abb. 7.

