

Eine Ankergangstudie und ihr Resultat: Der Präzisionsanker

Von

Hugo Müller
Glashütte i. Sa.



Sonderdruck aus Nr. 48, 1924 u. 1, 1925 der UHRMACHERKUNST
Verlag des Zentralverbandes der Deutschen Uhrmacher, Halle a. S.

**Als Sonderheft der „Uhrmacher-Verbindung Urania“
der Deutschen Uhrmacherschule in Glashütte (Sa.)
und deren Freunden gewidmet**

Gestiftet vom Verlag der UHRMACHERKUNST in Halle a. S.

I. Einige allgemeine Konstruktionsfehler des Ankerganges

Unter den wenigen Organen einer einfachen, aber vollkommenen Taschenuhr, die innerhalb gewisser Grenzen veränderungs- oder auch verbesserungsfähig sind, scheint die Hemmung neben der Unruhpartie ein dankbarer Gegenstand zu sein, da die Grenzen bei der Hemmung weiter gezogen sind, als z. B. bei der Unruh- und Spiralpartie als Regulierorgan. Nicht nur die große Anzahl der verschiedenartigen Gänge beweist dies, auch die mannigfachen Formen oder Arten des Ankerganges selbst lassen erkennen, wie modulationsfähig diese Hemmung für sich wieder ist.

Wenn man von den ersten oder ältesten Formen der Ankerhemmung und einigen Nebenarten absieht, die sich noch nicht so recht der sogen. „Freiheit“ erfreuten, unterscheidet man bekanntlich drei Hauptarten der freien Ankerhemmung: erstens volle Hebung am Anker, zweitens volle Hebung am Gangrad und drittens Hebung verteilt auf Anker und Rad. Da man bei diesen drei Hauptarten die drei Einzelorgane (Rad — Anker — Unruh) sowohl in einem rechten, als auch in einem gestreckten Winkel mit mehr oder weniger Vorteil anordnen kann, so entstehen schon sechs verschiedene Möglichkeiten. Hinzu treten dann die zwei Unterabteilungen mit gleicharmigem oder ungleicharmigem Anker, mit Ausschluß der zweiten Hauptklasse. Das wären schon zehnerlei Gestalten. Dazu gesellen sich die Möglichkeiten, den Anker mit verdeckten oder mit sichtbaren Steinen zu versehen und die Teile selbst aus verschiedenen Metallen anzufertigen, womit besondere Eigenschaften des ganzen Organismus verbunden sind, zumal wenn schließlich noch die Anker schön ins Gleichgewicht gebracht werden.

Dieser Vielseitigkeit der Anwendungsformen mit ihren Vor- und Nachteilen können wir uns freuen, eine starre Einförmigkeit wäre zu beklagen. Einige Länder oder Nationen haben sich aus der reichen Auswahl einen Spezialankergang

erkoren, an welchem sie festhalten, auch über die ihm etwa anhaftenden Mängel hinwegsehen.

In Glashütte war zunächst der Stiftenanker mit voller Hebung am Gangrad in Wirksamkeit gesetzt, jedoch bald nach der notwendigen Vervollkommnung der Uhr durch den ungleicharmigen Anker aus Gold mit verdeckten Klauensteinen abgelöst worden. Dieser Anker erfüllte wohl alle Erwartungen, die man auf ihn setzte. Seine Licht- und Schattenseiten miteinander abzuwiegen, ist nicht der Zweck dieser Zeilen; die Verdienste des verehrten Urhebers sollen unberührt bleiben. Anlaß zu einer näheren Betrachtung der Konstruktionsart gibt mir die Einführung eines Ankers „mit sichtbaren Steinen“ in die neue „Deutsche Präzisions-taschenuhr Glashütte i. Sa.“ an Stelle des bisher gebräuchlichen Ankers, wobei der allgemein übliche „Anker mit sichtbaren Steinen“ mir nicht nur veränderungsfähig, sondern auch verbesserungsbedürftig erschien, und zwar verbesserungsfähig in einem Teile der grundlegenden Konstruktionsweise der Ankerhemmung (Hebungsverteilung), ferner in bezug auf innere und äußere Eigenschaften auch hinsichtlich einer einfacheren Herstellung des Ankers und schließlich auch betreffs seiner Mitwirkung an der Gangleistung der Uhr.

Auf letzteren Punkt, auf die Wichtigkeit der störungsfreien Mitwirkung aller inneren Organe einer Uhr auf den Gang derselben habe ich schon vor Jahren in einer Abhandlung über die „Feinstellung einer Präzisionsuhr“ hingewiesen und dabei hervorgehoben, daß das Resultat der Reglage nicht allein vom richtigen Aufsetzen der Spirale, von der Korrektur der Unruh usw. abhängt, sondern von dem Fein-Einstellen des ganzen Mechanismus. Das war der Antrieb zur Prüfung und zu einer Aenderung der Konstruktionsmethode, die dann zur Vermehrung der Ankerfamilie um eine neue Spezies führte, die im zweiten Teil des vorliegenden Aufsatzes beschrieben wird. Zuvor muß ich einen gewichtigen Konstruktionsfehler hier beseitigen; die beigegebenen zwei Abbildungen sollen ihn erkennbar machen.

Auf der Tafel I ist zunächst der Grundriß zu einem ungleicharmigen Anker mit Kolbenzahn wiedergegeben worden, mit einer abschnittsweisen Stellung des Gangradzahnes auf den gradlinigen Hebeflächen des Ankers während der Hebung. Die Ruhe berührt uns hierbei nicht. Die Zeichnung ist nach den bisherigen Grundsätzen entworfen, welche ich, ebenso wie den Aufbau der Zeichnung als allgemein bekannt voraussetzend, nicht näher zu erklären brauche.

Man erkennt, zu seinem Entsetzen möchte ich sagen, wie gering die Divergenz der Gangradhebefläche mit der Eingangshebefläche während des Vorübergehens ist. Moritz Großmann hat diesen Fehler schon in seinem vortrefflichen Lehrbuche über den Ankergang gerügt, ohne jedoch in seinen Abbildungen das richtige Mittel zur Vermeidung des Uebelstandes anzugeben. Strasser hat die Umgehung dieses Fehlers versucht, indem er, wie es seinen ehemaligen Angaben gemäß auf der Tafel I (und II) geschehen ist, die Hebung von Anker und Rad gemeinsam einzeichnete, derart, daß die geradlinigen Hebeflächen beider Teile am Ende der Hebung an der Eingangsklaue eine einzige gerade Linie bildeten, die durch die der Eingangsklaue und dem Radzahn gegebene Breite (z. B. 6 und $4\frac{1}{2}$ Bogengrade) entsprechend geteilt wurde. Dadurch sollte der willkürlichen oder versuchsweisen Verteilung der Hebung auf Radzahn und Anker ein Riegel vorgeschoben und eine bestimmte Vorschrift zur Konstruktion gegeben werden. Das war notwendig. Saunier, Martens und Dietzschold übergehen trotz der Schönheit ihrer Atlanten vollständig höhere Ansprüche, konnten sich vielleicht damals mit dem Einhämmern der Grundlagen der Konstruktion begnügen; aber recht unvorteilhafte Hebungsverteilung am Kolbenzahnanker kann man auch neuerdings noch auf Zeichnungen und demzufolge ebenso in der Praxis antreffen.

Wie Figura zeigt, wurde der eigentliche Fehler durch Strasser jedoch nicht behoben, denn die beiden Hebeflächen stehen zunächst an der Eingangsklaue fast parallel zueinander, in der Praxis vielleicht vollständig. Das wäre aber und ist auch eine große Gefahr für den guten, ausdauernden Gang einer Uhr, sobald besonders das Oel nicht mehr dünnflüssig ist und die bedenkliche Adhäsion des Oeles an den Flächen (auch wenn sie verrundet sind) sich erhöht.

An der Ausgangsklaue ist dieser Fehler beim Beginn der Hebung noch nicht vorhanden, die Hebeflächen stehen anfangs stärker keilförmig zueinander, aber der Winkel ändert sich hier rascher als auf der Eingangsklaue, denn kurz vor dem Ende der Hebung, bei dem Passieren der Linie $h-m$, liegen sogar die Flächen parallel aufeinander und stürzen nun sozusagen zueinander um, wobei nicht nur ein Kraftverlust durch einen gewissen Fall, sondern auch eine wahrscheinlich unregelmäßige Einwirkung auf die Unruh-schwingung durch den letzten Anprall entsteht. Dieses Umklappen der Hebeflächen muß der Präzisionsuhrmacher unbedingt mißtrauisch betrachten. Vielleicht ist die Unruh-

schon längst dem letzten Impuls durch die Ankergabel entflohen und läßt sich nicht mehr in ihrem Laufe beirren. Aber geschieht dies eventuell auch in gleichem Maße in den anderen Lagen der Uhr? Bei einem etwaigen stärkeren Ungleichgewicht des Ankers? Nein, sondern ganz verschieden!

Auf Tafel I (und, wenn auch etwas weniger, auf Tafel II) fällt dem Fachmann aber noch etwas anderes auf. Nicht ohne Absicht habe ich in dem Gesamthebungsbogen von je $8\frac{1}{2}$ Grad die einzelnen Hebungswinkel eingetragen, die auf seiten der Eingangs- und dann auf seiten der Ausgangsklaue jeweils auf den Gangradzahn und jeweils auf den Anker entfallen. Der Uhrmacher, der auf diesem Gebiete kein Spezialist ist, wird zu seiner Ueberraschung die Verschiedenheit der Winkel ein und desselben Gegenstandes, nämlich des Gangrades, für sich links und rechts und des Ankers für sich, für Ein- und Ausgangsklaue ablesen. Er war vielleicht der Meinung, daß die Winkel doch hüben und drüben unbedingt gleich sein müßten. In diesem Irrtum befand sich einst auch M. Großmann, wie sein Ankergangatlas der ersten Ausgabe beweist. Erst Strasser hat dies in Glashütte in seinen Ankergangberechnungen berücksichtigt. M. Loeske (Berlin) hat dementsprechend in der von ihm verbesserten Auflage des M. Großmannschen Ankerganges die Zeichnungen in dem Atlas ändern lassen.

Auf Grund der Konstruktion nach Strasser entfallen von der Gesamthebung von $8\frac{1}{2}$ Grad auf der Eingangsseite etwa $5\frac{1}{2}$ Grad auf dem Anker, seiner Breite entsprechend, und alsdann 3 Grad auf den Radzahn als spezielle Hebungswinkel. Betrachten wir die Ausgangsseite, so sehen wir einen Hebungswinkel von $6\frac{1}{4}$ Grad für die Ausgangsklaue und einen dort zur Geltung kommenden Hebungswinkel für den Radzahn mit nur $2\frac{1}{4}$ Grad eingezeichnet. Dies ist die einfache Folge der ungleichen Hebellängen.

Gehen wir nun zu einer näheren Betrachtung der Tafel II, des gleicharmigen Ankers, über, so sehen wir, bei genau gleichen Grundverhältnissen von Gangrad und Anker wie auf Tafel I, ein noch bedenklicheres Zusammenfallen der Hebungsf lächen auftreten. Auf der Ausgangsklaue findet das Umschwenken der Radzahnhebefläche noch früher statt, fast genau in der Mitte, auf der Linie $h-m$, die, wie auf Tafel I, den Hebekreis der Ausgangsklaue mit dem großen Hebekreis am Rade verbindet. Hier findet der „Umsturz“ der Hebeflächen gerade an dem Punkte statt, in welchem eben der Antrieb voll durch den Anker auf die Unruh einwirkt. Der Ruck muß beinahe hörbar sein. Und hierbei

ist nicht zu übersehen, daß der gleicharmige Anker in neuerer Zeit den ungleicharmigen Anker aus seiner herrschenden Stellung zu verdrängen scheint; man findet jenen in beliebten ausländischen Marken angewendet.

Die kleinen Winkel, die von den gegenseitigen Hebeflächen, bzw. von ihren Verlängerungen am Anfang und Ende, während der Hebung eingeschlossen werden, kann man annähernd zahlenmäßig anführen; annähernd deshalb, weil die Winkelbewegung von Gangrad zu Anker nicht ohne weiteres gleichförmig sein kann. Bei dem ungleicharmigen Anker beträgt der Winkel des keilförmigen Zwischenraumes an der Eingangsklaue mit deren Verlängerungslinie anfangs 2 Grad; dies ist nämlich der Unterschied zwischen der Gesamtbreite von Ankerklaue (6 Grad) und Kolbenzahn ($4\frac{1}{2}$ Grad) = $10\frac{1}{2}$ Grad und dem Gesamthebungswinkel = $8\frac{1}{2}$ Grad. Dieser Winkel von 2 Grad, noch unschuldiger Natur, vermindert sich in den einzelnen fünf weiteren Standpunkten, immer mehr bedenklich zur Geltung kommend, auf etwa 1,6, 1,2, 0,8, 0,4 und 0 Grad am Ende. (Bei einem größeren Hebungswinkel von etwa $9\frac{1}{2}$ Grad würde z. B. die Divergenz der Hebeflächen anfangs 1 Grad, dann etwa 0,8, 0,6, 0,4, 0,2 und schließlich 0 Bogengrade betragen, gleiche Konstruktion vorausgesetzt; es würde also fast völlige Parallelität eintreten. Ein Bogen von 1 Grad bei einem Radius von etwa 0,5 mm [Klauenbreite] hat eine Länge von noch nicht 0,01 mm, $\frac{1}{2}$ Grad [in der Mitte] dann nur von 0,005 mm!)

Auf der Ausgangsklaue (Tafel I) ist der Unterschied anfangs etwa 16,6 Grad, fällt auf etwa 12,8, 9,0, 5,7, 1,4 und schlägt dann, über 0 Grad gehend, um, zu einem entgegengesetzt gerichteten Keil mit 2,4 Bogengrad.

Bei dem gleicharmigen Anker (Tafel II), an welchem nur drei Intervalle der Hebung, der besseren Deutlichkeit wegen, eingezeichnet sind, ändert sich auf der Zeichnung der betreffende Neigungswinkel von 2 Grad bald auf die Hälfte und dann auf 0 Grad, während die anfänglich um 10 Grad mehr als die Ankerhebefläche geneigte Radzahnfläche in der Mitte schon parallel auf die Ausgangsankerhebefläche auffällt, um nun umzukippen (wie die Lichtphase bei der durch den Mond verfinsterten Sonne in der Mitte der Verdunkelung) und alsdann einen entgegengesetzt gerichteten Winkel von 9 Grad mit der Verlängerungslinie der Ankerhebefläche zu bilden.

Die Bedenken gegen die bisherige Ankerhebungsverteilungsmethode (und ähnlichen anderen) werden noch stärker

durch die Wahrnehmung der Ansicht gewisser Fachleute, daß die von einer Autorität stammende Konstruktionsregel sicherlich richtig ist, so daß sie sich auch mit Akkurateſſe bemühen, die äußeren Kennzeichen derselben — fast genaues Zusammenfallen der beiden Hebeflächen auf der Eingangsseite und ihr direktes Zusammenfallen in der Mitte der Ausgangsklaue — hübsch sauber zu erfüllen!

Auf weitere Einzelheiten, z. B. auf gewisse Unstimmigkeiten in den Zugwinkelgrößen, insbesondere bei den anormalen Ankergängen, bei denen der Ankerbewegungspunkt nicht in dem Schnittpunkte der zwei Tangenten, sondern 4 bis 5 Grad außerhalb derselben liegt, näher einzugehen, will ich hier unterlassen, aber auf eins will ich noch an Hand der Tafel II hinweisen.

Man ist gewohnt, bei dem gleicharmigen Anker sich mit einem Hebekreis, einem gemeinsamen für Ein- und Ausgangsklaue zu begnügen. Dies stimmt nur bei dem gleicharmigen Anker mit voller Hebung am Anker mit spitzzahnigem Gangrad, aber nie und nimmer beim gleicharmigen Anker mit Kolbenzahn, also bei verteilter Hebung. Denn hier wirkt eben auch die auf der Eingangsseite mit konstruierte Radzahnhebefläche auf der Ausgangsklaue anders als dort, denn hier kommt sie am Ende der Ankerklaue an einen längeren Hebel, als am Ende der Eingangsklaue zur Geltung. Deshalb müssen hier zwei Hebekreise entstehen.

Zum Schluß dieses Teiles will ich dem zweiten Teil vorausschicken, daß, wenn man die Hebeflächen nicht wölben will, wie es in Glashütte geschieht, was jedoch nicht ohne Schwierigkeiten richtig auszuführen ist, man nur die konstruktive Verteilung der Hebung von der Eingangsklaue ebenso bestimmt auf die Ausgangsklaue zu verlegen braucht, wie ich es schon seit längerer Zeit in meinem Zeichenunterricht und in der Praxis durchgeführt habe. In keinem Punkte der Hebungsbewegung können dann die Hebeflächen von Rad und Anker fast oder ganz parallel aufeinander zu liegen kommen, ohne daß eine andere unangenehme Nebenerscheinung sich geltend macht, wenn man die so bestimmte gezogene Grenze nicht überschreitet, es ist sogar ein gewisser Vorteil damit verbunden.

II. Eine Konstruktionsänderung und der neugeformte Anker (ges. gesch.)

Nachdem ich im ersten Teil auf einige Unstimmigkeiten in der Konstruktion des Ankerganges hingewiesen und besonders gegen die bisher übliche, in der Praxis sich recht bedenklich auswirkende Methode der Hebungverteilung Stellung genommen habe und schließlich auf eine andere, ganz einfache Lösung hindeutete, sei dieses zunächst auf Tafel III vor Augen geführt. Sie zeigt zugleich auch den Unterbau für einen genau halbungleicharmigen Anker, über den alsdann noch ein Wort zu sagen ist.

Der Aufbau dieser Zeichnung ist an sich der gesetzmäßige; er bedarf keiner Aufklärung. In Uebereinstimmung und zum Vergleiche mit den vorhergehenden Abbildungen soll die Ankerklauenbreite durch einen Winkel von 6 und die Gangradzahn-Hebefläche durch einen solchen von $4\frac{1}{2}$ Grad vom Mittelpunkte des Rades aus begrenzt sein. Die Hebung sei ebenfalls wie dort $8\frac{1}{2}$ Grad; die Größe des Ruhewinkels zwischen $1\frac{1}{2}$ und 2 Grad kommt bei dieser Darstellung noch nicht in Betracht, erst beim vollständigen Gang.

Mit dem Konstruieren dieses Grundrisses sind wir an dem Punkt angelangt, wo wir nach dem Auftragen des gesamten Hebungswinkels von $8\frac{1}{2}$ Grad an die zwei Tangenten, also auf beiden Seiten, die Hebung verteilen müssen. Das darf, wie schon gesagt, nicht willkürlich geschehen, um weder nach der einen, noch nach der anderen Seite hin ins Extreme einen Fehler zu begehen, sondern soll, analog der von Strasser gepflegten Methode, nach einer bestimmten, festen Regel geschehen, jedoch mit dem wichtigen Unterschiede, daß wir die Hebungverteilung am Ausgangsarm vornehmen und nicht an der Eingangsklaue.

Wir ziehen also durch die maßgebenden (umringelten) Punkte M und R an der Ausgangsseite nach beiden Seiten die Linie $H-M-R-S$, und daran berührend, von dem Ankerbewegungspunkt C aus, den zur Ausgangsklaue ge-

hörigen (größeren) Hebekreis und alsdann von dem (hier unsichtbaren) Radmittelpunkte aus den Radzahn-Hebekreis, der diese Linie bei S berührt. Dort, wo die Strecke $M-R$ den äußeren Ankerkreis bei L durchkreuzt, liegt der richtige Punkt sowohl für die Verteilung der Hebung als auch zugleich für die Lage der Hebeflächen zueinander im Augenblick des Abfallens. Die Strecke $M-L$ bedeutet die geradlinige Hebefläche für die Ausgangsklaue und das Stück $L-R$ die Radzahn-Hebefläche. Wir finden somit den äußeren Umfang des Rades, indem wir von dem Radmittelpunkte aus einen Kreis durch den betreffenden Punkt bei L ziehen.

Die Hebung an dem Eingangarm wird nun, umgekehrt, erst in zweiter Linie gefunden, indem man durch den Schnittpunkt des eben gezogenen äußeren Radumfangs mit dem inneren Ankerkreis bei T und durch den Schnittpunkt des Ruhekreises der Eingangsklaue mit dem oberen oder äußeren Schenkel des Gesamthebungswinkels bei G die Linie $G-T-E$ legt. Durch den diese Linie bei E berührenden Kreisbogen finden wir wie üblich den Hebekreis für die Eingangsklaue. Bei dem Punkte t sieht man noch eine strichpunktierte Kreislinie, die mit dem äußeren Umfang des Rades parallel läuft. Sie stellt den nach der alten Methode gefundenen äußeren Umfang des Gangrades dar und soll den Unterschied markieren. Die Radzahn-Hebefläche liegt jetzt nicht mehr so steil wie erst, sondern etwas flacher. Das bedeutet nebenbei ein leichteres Angehen der Uhr bei der ersten Spur des Aufziehens. Die Linie $s-r$ zeigt die alte Lage der Hebefläche der Eingangsklaue nach der bisherigen Methode; ebenso läßt bei r der strichpunktierte Kreisbogen die frühere Größe des Hebekreises am Eingangarm erkennen. Die Korrektur erscheint eigentlich winzig; der Radhalbmesser wird in Wirklichkeit nur um etwa 0,03 mm kleiner, und doch erkennen wir an der Stellung der Radzähne zu den Hebeflächen des Ankers, daß nun an Stelle sehr kleiner Winkel (vergl. Tafel I und II) ein vollkommen sicher erscheinender keilförmiger Zwischenraum an der Eingangsklaue, von etwa 8,4 bis 6,4 Grad absteigend, entstanden ist, während an der Ausgangsklaue infolge der Konstruktion erst am wirklichen Ende der Hebung die beiden Hebeflächen eine gerade Linie bilden, vorher einen Winkel von $(10\frac{1}{2} + 8\frac{1}{2} =) 19$ Grad bis Null durchlaufen, so daß nun ein Aufeinanderschlagen der Hebeflächen während des Impulses ausgeschlossen ist. Hier sei nochmals auf die Verschiedenheit der einzelnen Hebungswinkel aufmerksam gemacht, die

auch eine gegenseitige Verschiebung erleiden mußten, aber in einem geringeren Maße als bei dem ungleicharmigen Anker. Diese speziellen Winkelgrößen sind natürlich nicht feststehend und lassen sich wie andere Dimensionen jeweils trigonometrisch genauer berechnen; sie sind abhängig von Zahn- und Klauenbreite und Gesamthebung.

Genauere Messungen an den Ankern verschiedener, meist ausländischer Fabrikate ließen, wie schon im ersten Teile erwähnt, die vielfache Anwendung des gleicharmigen Ankers erkennen. Es waren hierbei aber viele Abweichungen von den genauen Grundlagen zu konstatieren, die schon den Verhältnissen eines halbungleicharmigen Ankers mehr oder weniger nahe kamen, ohne diesen, in der Praxis wenigstens nicht, genau zu erreichen.

Obwohl der in den Glashütter Präzisions-Taschenuhren angewendete Anker mit sichtbaren Steinen schon bei seiner Einführung genauer und richtiger (hinsichtlich der Hebeflächen) durchgearbeitet wurde und keineswegs so bedenkliche Fehler wie andere Anker aufwies, auch der Jul. Großmannschen Anforderung (mäßiges Ungleichgewicht) entsprach, so entstand doch der Gedanke, die Ankerform für eine leichtere und billigere Fabrikation umzuändern und ihr, wenn möglich, noch einige gute Eigenschaften mit auf den Weg zu geben. Als Grundlage für den neuen Glashütter Präzisions-Anker erschien mir nun der genau halb-ungleicharmige Anker, von dem man noch nicht recht offiziell Notiz genommen hat, wie eine goldene Mittellinie zwischen den zwei extremen Arten als recht vorteilhaft, da man die Licht- und Schattenseiten dieser beiden miteinander verschmelzen und zu einem besseren Ganzen vereinigen kann. Einem Theoretiker die genauere Sezierung dieser bisher wie ein Veilchen im Verborgenen blühenden Spezies gern überlassend, kann ich mich hier darauf beschränken, einige Bedenken gegen die zwei älteren Arten vom praktischen Standpunkte des Regleurs aus anzuführen.

Daß die Ankerhemmung an sich, und selbst die allerbest justierte, einen größeren Einfluß auf den Gang der Uhr ausübt, als man zur Zeit rechnerisch nachweisen kann, dürfte kaum bestritten werden. Die Verschiedenheit und Änderung des Auslösungswiderstandes, der Zugwirkung, des Antriebes, der Summen oder der Differenzen der mannigfachen Reibungen, der Lage der Hemmung zur Unruh, der Wirkung des Oeles an den Hemmungsteilen und vor allem ein Ungleichgewicht des Ankers müssen neben den günstigen und ungünstigen Kräften an der Unruhpartie, nebst Spirale

noch einen gewissen Einfluß auf die Gangabweichungen ausüben, der bei den Lagen- oder Isochronismusfehlern oder auch bei deren gelegentlichen Ausgleichungen mitwirkt und nicht allein durch etwaige Fehler in dem speziellen Regulier-Organ erklärt werden kann. Der Auslösungswiderstand soll z. B. möglichst gering und auf beiden Seiten gleich sein. Letztere Bedingung soll der ungleicharmige Anker mit seinen gleich großen Ruhekreisen ohne weiteres erfüllen. Theoretisch ist dies richtig, aber in der Praxis wird man ziemlich ungleichen Zugwinkeln oder Zugwirkungen begegnen. Nur mit Präzisions-Meßinstrumenten kann man die Vorschriften scharf kontrollieren und Unstimmigkeiten sicher beseitigen. Der gleicharmige Anker kann aber ebenfalls gleiche Auslösungswiderstände bieten, wenn die auf seinen ungleich großen Ruhekreisen lagernden Zugwinkel entsprechend abgestimmt werden. In bezug auf gleichen Antrieb durch die beiden Arme steht der ungleicharmige Anker dem gleicharmigen nach. Jeder Uhrmacher kennt die Notwendigkeit, bei jenem den sogenannten Abfall der Spirale mit der Unruh etwas einseitig einstellen zu müssen, damit die Uhr auf beiden Seiten annähernd gleichmäßig leicht beim Aufziehen angehen kann; die eingehende Reibung auf der einen und die ausgehende Reibung auf der anderen Seite spielt eine unterschiedliche Rolle hierbei. Die Ungleicharmigkeit des Ankers verführt ferner manchen Regleur dazu, durch eine gewisse verstärkte Einseitigkeit einen Isochronismusfehler korrigieren zu wollen; beim gleicharmigen Anker ist diese anstößige Methode wirkungsloser.

Ferner bereitet der ungleicharmige Anker durch seinen längeren Ausgangsarm dem Bemühen, den Anker auch ins Gleichgewicht zu setzen, eine gewisse Schwierigkeit, wenn man nicht wie bei dem alten Glashütter Anker durch den Begrenzungsstift ein Gegengewicht findet. Einem annähernden Gleichgewicht des Ankers müßte man jedoch eine größere Bedeutung beimessen, als es gemeinhin geschieht. Ein Ungleichgewicht am Anker, wenn es wirklich unbedeutend und tatsächlich auf die Reilage nach theoretischen Untersuchungen einflußlos sein soll (die Größe oder Stärke des erlaubten Uebergewichts ist leider nicht fest begrenzt), muß von einer bestimmten Größe ab all die angedeuteten, bewußt oder unbewußt geduldeten Mängel oder Ungleichheiten in dem zarten und feinfühligem Mechanismus der Hemmung aber bedeutend verstärken und in ihrer Wirkung je nach Lage verschieden-fach gestalten. Deshalb ist es eine einfache und wohlbe-gründete Forderung der Präzisions-Regleure, dem Anker

nach Möglichkeit Gleichgewichtseigenschaft zu verleihen. Aber man muß sich wundern, in welchem geringem Maße viele Fabrikanten, auch die der beliebtesten Marken, solchen Ansprüchen zugänglich zu sein scheinen. Man untersuche doch einmal, wenn es nicht schon geschehen ist, die Anker solcher Uhren auf der Unruhwaage. Das Erstaunen wird nicht gering sein über die Größe des Uebergewichtes (der Gabel natürlich) und über das „salto mortale“, mit dem sich der Anker mitsamt seinem Hersteller über die Notwendigkeit innerer Abgeglichenheit und äußerer Ruhe hinwegsetzt: Zu einem kleinen Pendel ist der Anker umgewandelt! Nach einer solchen Probe kann man es füglich dem Fachmanne überlassen, sich selbst ein Urteil über die Wirkung dieses „Koboldes“ im Anker während des Auslösens, des Zuges und des Antriebes zu bilden. Nicht zu übersehen ist ferner der Zwiespalt in der Natur des Ankers in dem Augenblicke des freien Schwingens desselben nach dem Antriebe und bei Aufnahme der Begrenzung: wie sich der Schwerpunkt außerhalb der Ankerachse, um welchen sich der Anker nach physikalischen Gesetzen drehen möchte, bemerkbar machen könnte.

Mir erschien, vorstehender Erwägungen zufolge, eine Umgestaltung des Ankers mit sichtbaren Steinen wünschenswert und zwecks einer einfacheren Herstellung sogar notwendig. Die bisherige Form dieser Anker zeigte den Weg, den man bei einer Reform der Gestalt beschreiten konnte: die Ankerhebesteine stehen einerseits so weit aus dem Anker teil heraus, daß man dies schon als widersinnig bezeichnen muß, während andererseits die Ankerform sich beträchtlich in die Gabelregion hinein erstreckt und so das Gewicht derselben noch erhöht. Mit dieser Tradition mußte gebrochen werden. Ferner war der Weg, ein Gleichgewicht durch eine starke Verlegung des Ankerbewegungspunktes (außerhalb der Tangente), als der Theorie und der praktischen Erfahrung zuwiderlaufend, zu erreichen zu suchen, nicht gangbar; nur eine Sicherheitsabweichung kann erlaubt werden. Als Grundlage der inneren Konstruktion des neuen Ankers diente, wie schon angedeutet, die eines genau halb-ungleicharmigen Ankers als die goldene Mittellinie zwischen den Extremen; seine Benennung als „mittelarmiger“ Anker würde auch zutreffend sein, wenn man ihn nicht später als „normal“ bezeichnen will, gegenüber den zwei extremen Arten. Doch der Name tut nichts zur Sache, die inneren Eigenschaften sind maßgebend. Auf Grund meiner vorangegangenen kurzen Ausführungen über die Eigenschaften des gleicharmigen und

des ungleicharmigen Ankers, der Licht- und Schattenseiten derselben, von denen die letzteren, wie schon erwähnt, sich ebensogut aufhellen lassen, wie auch die Lichtseiten durch unkundige Hand verdunkelt werden können, kann nichts im Wege liegen, dem mittelarmigen Anker bei sachkundiger Konstruktion den Vorzug zu geben.

Die Abbildung auf Tafel III läßt die Einzelheiten der Konstruktion und die Abbildung IV den Sinn der äußeren Form des neuen Ankers der Deutschen Präzisions-Uhrenfabrik Glashütte leicht erkennen; es ist nur wenig hinzuzufügen. Auf beiden Zeichnungen ist nach dem Aufzeichnen des Durchgangswinkels von 60 Grad noch je ein Winkel von $1\frac{1}{2}$ Grad (d. h. den vierten Teil von 6 Grad, wenn man den Ankerklauen diese Winkelkreite geben will, denn dies ist ja in gewissen Grenzen beliebig) nach links an die Schenkel angeschlossen worden. Um diese Winkelgröße verschieben sich hier die zwei Ruhekreise und im Anschluß daran auch der innere und der äußere Ankerkreis, so daß ihre Abstände sich gegenseitig halbieren. Diese Verschiebung beträgt in der Taschenuhr knapp 0,2 mm.

Zur Erhöhung der Sicherheit gab man nicht $1\frac{1}{2}$, sondern 2 Grad Ruhe, weil hiervon für die Abrundung der Kanten der Hebeflächen etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad als Uebergang zur Hebung abgerechnet werden müssen. Es bliebe sonst nur 1 Grad Ruhe wirklich übrig, und das ergäbe eine Auflage für den Gangradzahn von nur 0,04 mm, im anderen Falle jedoch von 0,06 mm. Diese höhere Sicherheit ist notwendig, wenn man z. B. einen Rückprall des Ankers möglichst vermeiden will. Dies möchte auch bei den Konstruktionszeichnungen der Ankerhemmung im allgemeinen berücksichtigt werden, wenn diese einen praktischen Wert zum Uebertragen der Maße haben sollen. Aus ähnlichen Gründen gebe ich der Unruh nie einen Hebungsbogen von 30, sondern von 35 bis 36 Grad. Ein Hebungsbogen von 30 Grad muß bedenklich erscheinen in Hinsicht auf die geringe Eingriffstiefe des Hebesteines in den Gabeleinschnitt, insbesondere im Augenblicke des ersten Antriebes; es ist ferner bekannt, wie leicht sich eine nicht allzu schwere Unruh bei vollwirkender Zugfederkraft auf der Ankerzugfläche ohne ihre Schwungkraft halten läßt, was bei gewissen Uhren auch eine Folge schlechter Verhältnisse ist. Die Zugwinkel sind in der Tafel IV auf der Mittellinie des Ruhewinkels aufgebaut worden. Bei dieser Methode könnte ein Schüler oder ein Neuling keinen Irrtum in dem richtigen, nicht so einfachen Auftragen der Zugwinkel begehen.

Und nun noch ein kurzes Wort über die äußere Form des neuen Ankers. Die erste Grundbedingung war die möglichst völlige Erreichung des Gleichgewichtes, natürlich auch mit Hilfe einer genügend zarten und leichten Gabel, zur Ausschaltung all der unberechenbaren Fehlerquellen und Fehlergrößen durch einen pendelhaften Anker, die zweite eine Gestalt, die keine besondere Vermehrung des eigenen Gewichtes mit sich bringt, und sich drittens billig, bequem und vollkommen einwandfrei durch die Stanze herstellen läßt. Da zu letzterem Zwecke Schnittwerkzeuge nicht unnütz versucht werden sollten, so war noch eine vierte Bedingung zu erfüllen: die Form von vornherein so festzulegen, daß der Anker vollkommen fertig auf der Unruhwaage im Gleichgewicht sei! Ich übertrug die mir vorschwebende Ankerform in starker Vergrößerung auf Millimeterpapier (auf der Ankergabel ist ein kleiner Teil dieser Quadrate kenntlich gemacht) und berechnete nun die Wirkung der Masse oder den Gesamteinfluß der Schwerpunktsabstände der einzelnen kleinen Gewichtsteile in dem Millimeternetz oberhalb der Linie $X-X$, und dann desgleichen unterhalb dieser Linie. Die Summe der Gewichtsteilchen, mit ihren einzelnen Abständen von den Koordinaten und jeweiligen Stärkeverhältnissen multipliziert, mußte oberhalb der Linie mit der in gleicher Weise gefundenen Summe der Produkte unterhalb der Linie $X-X$ übereinstimmen. Ebenso muß die Summe dieser Gewichts- und Abstandwirkungen auf der rechten Seite der senkrechten Coordinate $Y-Y$ gleich der Summe auf der linken Seite derselben sein. Nach einigen Versuchen war dies erreicht. Die Richtigkeit der Millionenrechnung und die Genauigkeit der Arbeit des Gangmachers bei Herstellung des Schnittwerkzeuges erwies die Probe auf der Unruhwaage: Der fertige Anker, mit Steinen versehen, war ohne Nachhilfe im Gleichgewicht!

Das Bestimmen der Schwerpunktslage eines Ankers nach dem Koordinatensystem wäre übrigens wie das Nachkontrollieren einer Spiralkurvenzeichnung eine interessante, wenn auch etwas langwierige Arbeit für unsere Jünger der Kunst, sei es an Hand der vorliegenden Abbildung, die allerdings nicht genau die praktisch angewandten Verhältnisse wiedergibt, oder sei es auf Grund einer anderen Form eines Ankers, der sich vielleicht durch ein starkes Ungleichgewicht ungünstig auszeichnet.

Durch das völlig erreichte Gleichgewicht des neuen Ankers ist neben den übrigen Unarten anderer Formen auch noch der andere Zwiespalt in der Natur des Ankers

verbannt: Die Wirkung des außerhalb der Achse liegenden Schwerpunktes während des raschen Schwingens des Ankers im Antrieb und besonders, von der Unruhe frei geworden, am Ende des Antriebes, bei dem freien Schwingen zur Begrenzung seines Weges. Die Masse des Ankers will sich (wie zwei physisch miteinander verbundene Weltkörper, der Unterschied in der Größe tut nichts zur Sache) um seinen Schwerpunkt drehen, der außerhalb des Ankers liegt, während die Ankerzapfen den Anker in sein mechanisches Joch spannen und dem entgegenwirken. Es kommt, wenn auch noch so winzig, eine gewisse Unruhe in diesen Körper hinein, die keineswegs ausgleichend, sondern nur störend, Rückprall begünstigend und Zapfenspiel verwirrend wirken könnte. Bei dem „neuen Anker“ ist dies vermieden worden.

Die Tafel IV zeigt noch, daß die sonst so lang vorstehenden Ankerklauen sich nun in kurz vorstehende verwandelt haben, wodurch sogenannte Oelsicherungsecken (Oelhalter) entstanden sind. Bisher flüchtete sich das Oel, auch wenn es noch so vorsichtig und in kleinsten Mengen an die Ankerklauen gegeben war, an die Enden der Hebeflächen, von da auf die Rückseite und breitete sich auf dieser aus, bis es die innerste weitabliegende Ecke an der Ankerform erreicht hatte. Dort war es für den Dienst gänzlich verloren. Jetzt gibt man von dem geringen Quantum Oel etwas an die Zugflächen, so daß es dort in der vorderen Ecke festgehalten wird und so in der Nähe des auffallenden Zahnes bleibt, der nun immer eine fein geölte Zugfläche vorfindet. Ganz ausgeschlossen ist es natürlich nicht, daß auch etwas Oel auf die Rückseite wandert, aber auch dort kann eventuell der Gangradzahn in Berührung mit diesem Oelvorrat kommen. Im übrigen braucht die Hebefläche der Ausgangsklaue bei Anwendung von goldenen Gangrädern so gut wie kein Oel, ähnlich wie bei dem Chronometergange, infolge der ausgehenden Reibung; die Eingangsklaue bedarf des Oeles jedoch zur Verminderung der eingehenden Reibung.

Schließlich ist noch, wie versprochen, eine Verbesserung der Ankerbegrenzung herbeigeführt worden, indem der Ankerücken nicht eine unnötig geschwungene, sondern eine streng radial gerichtete Form erhielt, die als Begrenzungsfläche (ein wenig verrundet, wie die Doppellinie erkennen läßt) in Verbindung mit den hierzu senkrecht stehenden, runden oder sonstwie abgerundeten Anschlagflächen (z. B. den Exzentern *E*) nun eine punktförmige, reibungslose und technisch vollkommene oder ideale Begrenzung des Ankers erreichen läßt.

Ein „Ankleben“ des Ankers, den Gang beeinflussend, wäre also nicht mehr zu befürchten.

Der neue Anker dürfte das halten, was er verspricht; sein Gewicht stimmt übrigens, das kann ich noch verraten, mit dem des gewöhnlichen Ankers (mit verdeckten Steinen) ziemlich gut überein. Der neue Anker, als Gebrauchsmuster geschützt, wäre also berufen, neben den laufenden Verbesserungen und Vereinfachungen in der Uhr und in ihrer Herstellung die Güte der Deutschen Präzisions-Taschenuhr Glashütte sowohl zu heben, als auch dabei zu verbilligen. Wenn weitere Ansprüche an die Fabrikation gestellt werden, so werden auch diese erfüllt werden können, sofern sie nicht nur vom Willen, sondern auch von der Kraft der deutschen Uhrmacher durchdrungen sind im Interesse der deutschen Uhrmacherkunst!

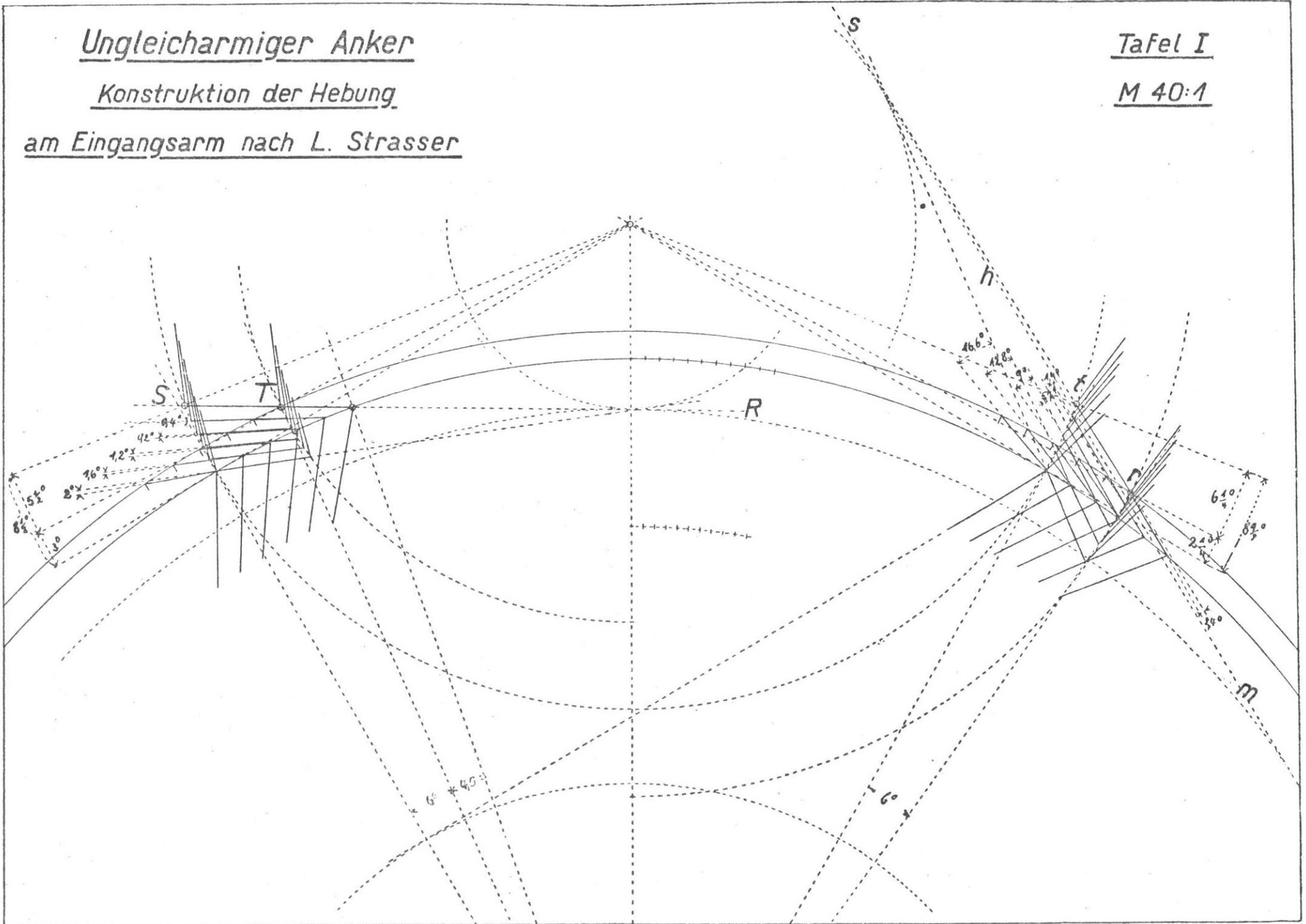
Ungleicharmiger Anker

Konstruktion der Hebung

am Eingangsarm nach L. Strasser

Tafel I

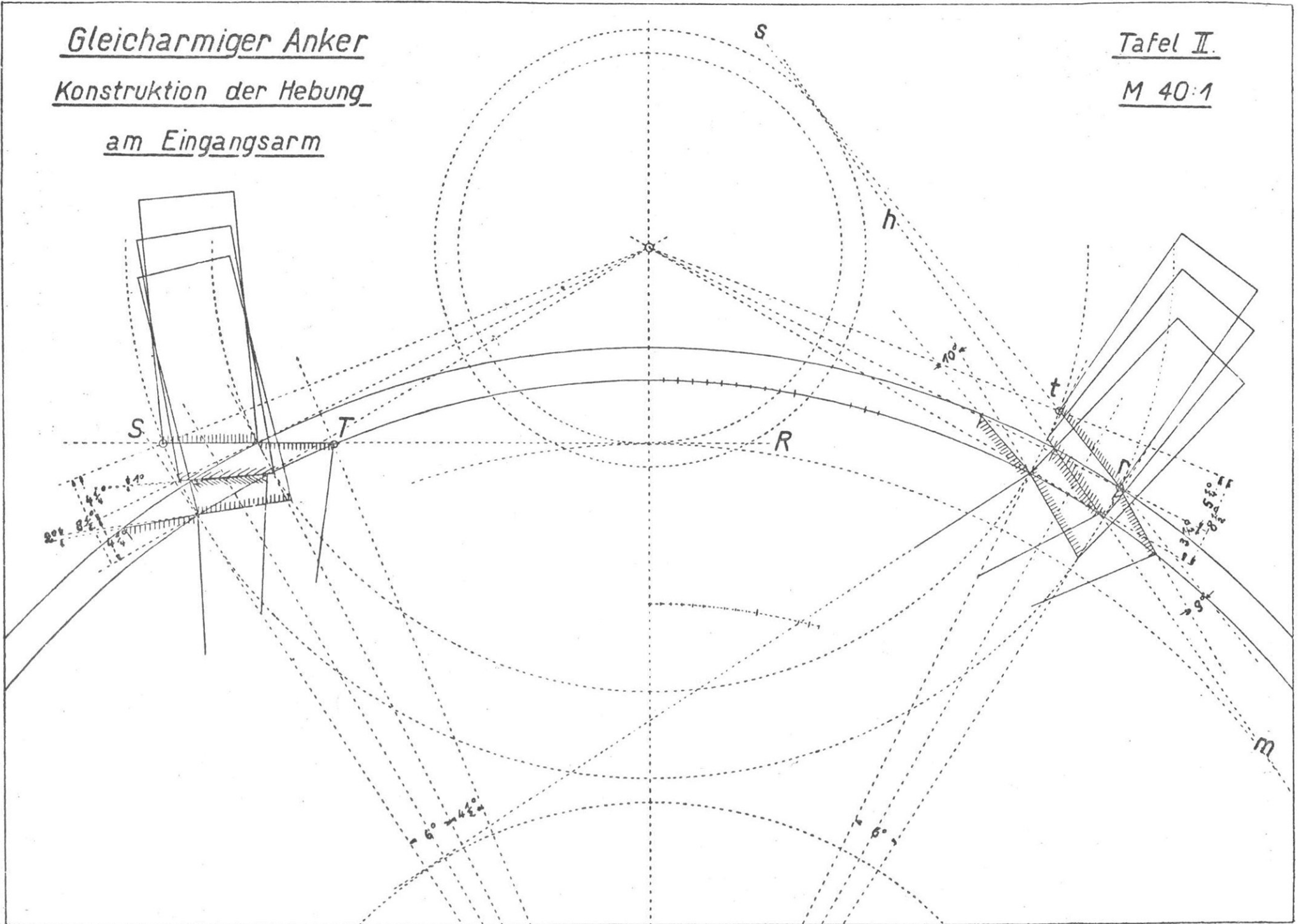
M 40:1



Gleicharmiger Anker
Konstruktion der Hebung
am Eingangsbarm

Tafel II.

M 40:1



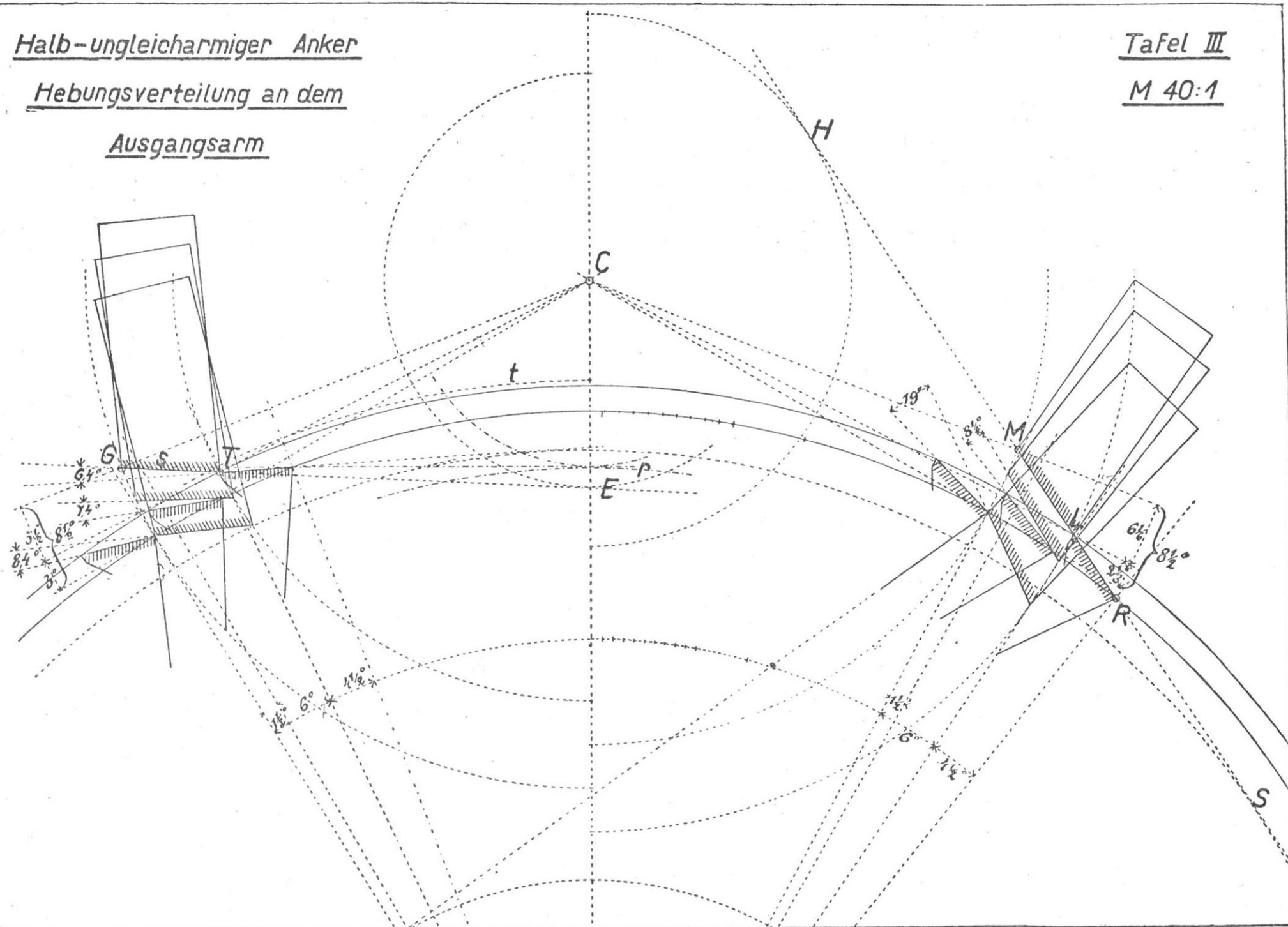
Halb-ungleicharmiger Anker

Hebungsverteilung an dem

Ausgangsarm

Tafel III

M 40:1



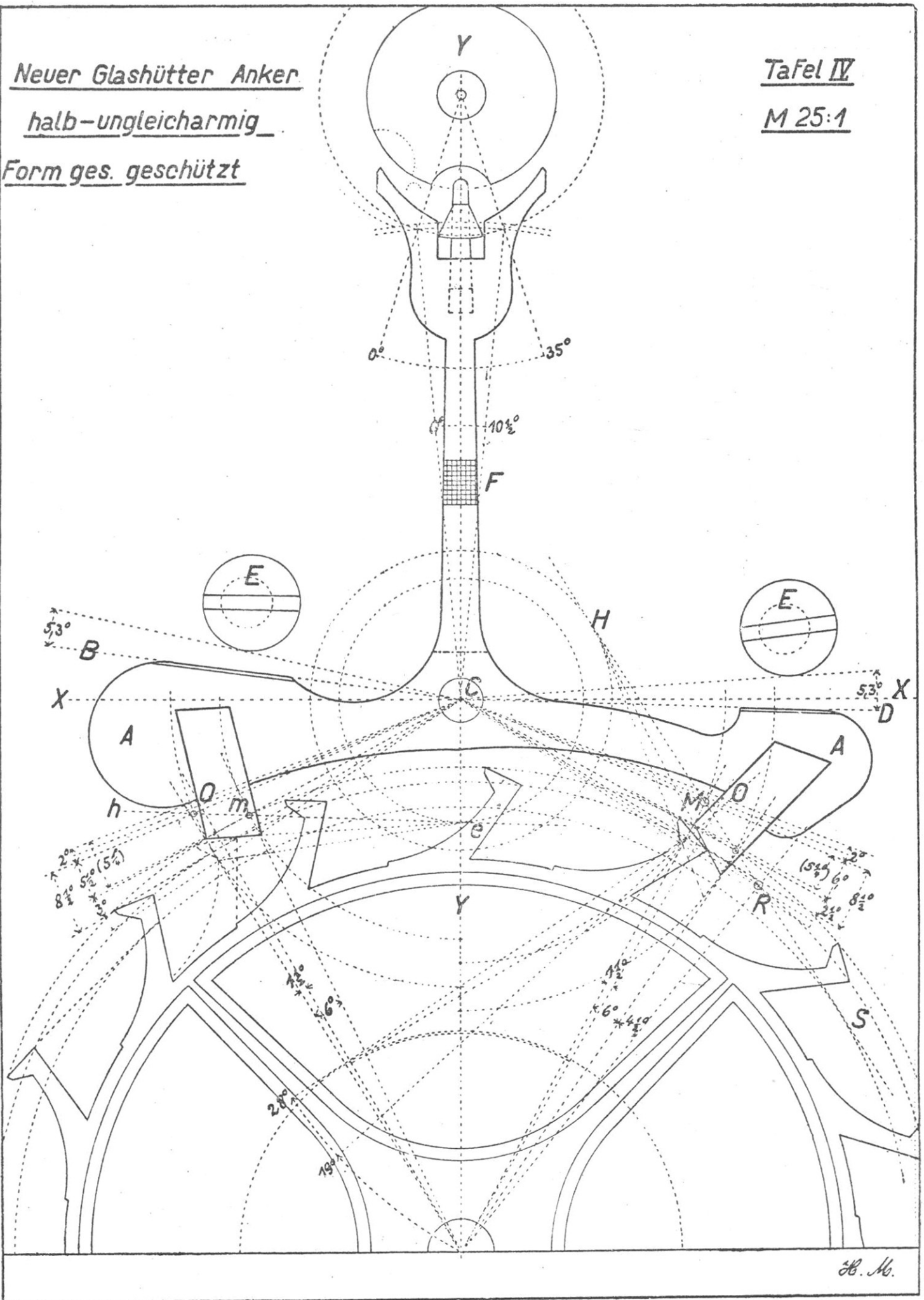
Neuer Glashütter Anker

halb-ungleicharmig

Form ges. geschützt

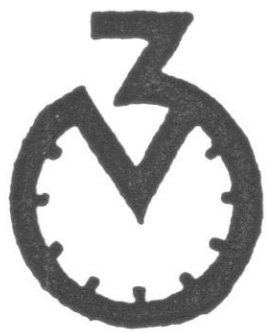
Tafel IV

M 25:1



H. M.

**Eine
Ankergangstudie
und ihr Resultat:
Der
Präzisionsanker**



Von Hugo Müller, Glashütte I. Sa.