

Grundsätzliches über die Taschenuhr-Prüfungen der Deutschen Seewarte

Vortrag von Oberregierungsrat Dr. A. Repsold auf der siebenten Mitgliederversammlung der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik in Freudenstadt am 20. September 1936

Wenn ich heute hier im Schwarzwalde, dem Lande der Taschenuhren-Herstellung, einige Mitteilungen grundsätzlicher Art über die Taschenuhr-Prüfungen der Deutschen Seewarte mache, so deshalb, weil es mir daran liegt, hier einmal festzustellen, welche Stellung die Seewarte im Prüfwesen einnimmt, welche Aufgaben sie mit ihren Prüfungen zu erfüllen hat, und wie und wodurch sich ihre Prüfungen von denen der Karlsruher Technischen Hochschule, die vor einigen Jahren die Prüfung größerer Serien von Gebrauchsuhren aufgenommen hat, unterscheiden.

Es ist Ihnen sicher bekannt, daß der Seewarte bald nach ihrer Gründung im Jahre 1875 ein „Chronometer-Prüfungs-Institut“ angegliedert wurde mit der Absicht, „der Chronometer-Fabrikation einen Aufschwung zu geben und dem nautischen Publikum die Erwerbung eines guten und durch eine kompetente Behörde geprüften Fabrikates zu ermöglichen“. Dieser Aufgabe ist die Seewarte bis heute gerecht geworden, indem sie es verstanden hat, sich den wechselnden Verhältnissen und Erfordernissen anzupassen, und indem sie durch die in den Wettbewerbsprüfungen liegenden Anregungen zum Aufbau einer deutschen Chronometer-Industrie beigetragen hat. Die Anzahl der im Laufe der Jahrzehnte geprüften Chronometer beläuft sich auf mehrere tausend. Schon diese Zahl beweist die große Erfahrung der Seewarte im Prüfwesen, die ja auch zu immer

weiterer Ausgestaltung der Methoden und Einrichtungen geführt hat. Diese Prüfungen von Chronometern und die für diese auf der Seewarte geschaffenen technischen Einrichtungen bilden daher die Grundlage, auf der sich die Prüfung der Taschenuhren aufbauen mußte, von der sie ausgegangen ist und weiter ausgehen wird.

Die Prüfungen der Präzisions-Taschenuhren hat bereits 1882 mit 50 zumeist für die Polarforschung bestimmten Uhren begonnen; in den folgenden Jahren kam die Prüfung von Uhren für andere wissenschaftliche Zwecke hinzu, von Uhren, die von Geodäten, Astronomen, Forschungsreisenden, Instituten, Behörden usw. eingeliefert waren. Seit dem 1. Januar 1887 wurde mit Genehmigung des Chefs der Admiralität, dem die Seewarte vor dem Kriege unterstellt war, auch die Prüfung von solchen Präzisions-Taschenuhren aufgenommen, die von deutschen Uhrmachern eingeliefert waren; jedem im Gebiete des Deutschen Reiches ansässigen Uhrmacher stand es von jetzt an frei, selbstgefertigte Präzisions-Taschenuhren, auch wenn sie meist aus ausländischen Materialien bestanden, einzuliefern. Im Jahre 1899 wurden verschärfte Bestimmungen für die Zulassung erlassen. Die eingelieferten Uhren mußten mit Ausnahme einiger Teile, wie der Spiralfeder, in Deutschland angefertigt sein. In den letzten Jahren vor dem Kriege wurde auch im Auftrage des Reichskolonialamtes eine größere Anzahl von Uhren geprüft. Die eingelieferten Uhren waren zu einem großen Teile Beobachtungsuhren, Uhren, wie sie noch heute benutzt werden, besonders auf Kriegsschiffen. Die Gesamtzahl der bis zum Kriege geprüften Uhren betrug rund 1700; das sind durchschnittlich jährlich mehr als 50 Uhren.

Nach dem Kriege erlebte der Prüfbetrieb für Taschenuhren wie der für Seechronometer einen vorher nicht erreichten Tiefstand; die sehr schwankende Jahreszahl der zu prüfenden Taschenuhren ging im Durchschnitt auf etwa 15 Stück zurück. Wenn auch die geprüften Uhren meist die gleichen Verwendungszwecke wie vor dem Kriege fanden, so verschob sich doch die Aufgabenstellung immer deutlicher. Die Präzisionsuhren für den Privatgebrauch verschwanden immer mehr, da sich das Publikum mit Rücksicht auf die

Fortschritte des Zeitzeichenwesens und der Angaben öffentlicher Uhren fast durchweg mit billigen Uhren begnügte, also mit Uhren, die nicht den Anspruch auf die Bezeichnung „Präzisionsuhr“ erheben konnten. Mehr als je zuvor ist heute zu unterscheiden zwischen Präzisionsuhren für besondere Zwecke, Uhren für die Navigation auf der See und in der Luft, Uhren für Forschungsreisen u. a. wissenschaftlichen Gebrauch, also Uhren der Sonderklasse, bei etwas geringeren Ansprüchen auch der I. Klasse einerseits und Gebrauchsuhren, vorwiegend Armbanduhen, Uhren in einer Preislage, die im allgemeinen weit unter 100 RM liegt, bis zur denkbar niedrigsten Preisstufe, also Uhren der II. oder einer tieferen Klasse andererseits. Soweit die Prüfung auf der Seewarte in Frage kommt, sprechen wir von II. Klasse; alles was darunter liegt, ist für uns III. Klasse. Dazwischen — also zwischen Sonder- und Gebrauchsuhr — gibt es heute kaum noch etwas; die Präzisionsuhr für den Privatgebrauch, die früher vorwiegend auf der Leipziger Sternwarte geprüft wurde, die eigentliche Uhr der I. Klasse, ist fast vollständig verschwunden. Hinzu kommen heute auch mehr als je zuvor nationale und wirtschaftliche Gesichtspunkte, das Bestreben nach Unabhängigkeit vom Auslande und nach Aufbau einer eigenen Uhrenindustrie. Daneben läuft die Forderung nach Steigerung der Gangleistungen sowohl der hochwertigen Uhr für wissenschaftliche und navigatorische Zwecke wie der billigen Gebrauchsuhr. Präzisions-Ankeruhren erreichen heute erfreulicherweise Gangleistungen, die denen des Seechronometers nicht mehr fern sind, und die Gangleistungen von Gebrauchsuhren besserer Qualität sind im letzten Jahrzehnt bedeutend gestiegen.

Ich möchte nun darlegen, wie wir uns auf der Seewarte im einzelnen zu der vorliegenden Aufgabe eingestellt haben, welche Art von Prüfungen wir vornehmen, und welche Gesichtspunkte uns dabei leiten. Die alte, aus der Vorkriegszeit stammende Seewartenprüfung mußte durch eine neue, den veränderten Verhältnissen angepaßte ersetzt werden. Dem von verschiedenen Seiten, besonders aus Fabrikantenkreisen, vorgebrachten Wunsche, unsere Prüfungen denen der Schweiz anzugleichen, sind wir in der sogenannten Goslarer Prüfungsordnung, die 1927 auf der ersten

Mitgliederversammlung unserer Gesellschaft in Goslar entstand, nur vorübergehend (1927 bis 1930) mit 26 Prüfungen nachgekommen. Grundgedanke für diese Prüfung war, ihre Ergebnisse direkt mit denen der Schweizer vergleichen zu können, um so sinnfällig zu erweisen, daß die deutsche Präzisionsuhrenindustrie der Schweizer gleichwertig sei. Diese Art der Prüfung hatte nichts mit unserem damals ganz und gar umgestalteten und noch heute bewährten Prüfverfahren für Seechronometer gemeinsam, einem Prüfverfahren, das grundsätzlich darauf abzielt, die für die Beurteilung der Güte einer Uhr wichtigen Uhrfehler völlig rein und soweit als irgend möglich unverdeckt und unverfälscht durch andere Fehler zur Darstellung zu bringen. Nachdem wir uns dann einige Jahre mit internen Versuchsprüfungen befaßt hatten, führten wir seit 1931 unsere Prüfung in einer zwar der Taschenuhr angepaßten, im wesentlichen aber gleichartigen Form wie die Chronometerprüfungen aus. Auch haben wir 1931 mit jährlichen Wettbewerb-Prüfungen für Präzisions-Taschenuhren begonnen, deren sechste eben gerade beendet ist. Als das wichtigste Kriterium für die Güte einer Uhr stellen wir die Bestimmung der mittleren täglichen Gangschwankung voran. Von den Temperatur- und Lagenfehlern verlangen wir, daß sie innerhalb eines vorgeschriebenen Gangintervalles, eben des Fehlerintervalles, bleiben. Bei den Lagenprüfungen haben wir grundsätzlich auch die bei den Schweizer Prüfungen umgangene Lage BU hinzugefügt, die ja auch bei der Armbanduhr nicht entbehrt werden kann.

Auch bei der Auswertung der Beobachtungen bemühen wir uns um größtmögliche Einfachheit; die für astronomische und geodätische Rechnungen so wertvolle Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate verwenden wir bei Ermittlung der Uhrfehler grundsätzlich nicht. Die Ergebnisse stellen wir soweit wie irgend möglich in anschaulichen Diagrammen dar, wie ich sie gleich zeigen werde. Eine große Masse von Zahlen vermeiden wir. Auch Gütezahlen stellen wir nicht auf, da sie doch immer mehr oder weniger willkürlich sind und zu Irrtümern Anlaß geben. Nur wenn es sich bei der Verteilung von Preisen nicht vermeiden läßt, benutzen wir Güteformeln, und zwar möglichst einfache.

Die Taschenuhrprüfung wird bei den Wettbewerben nach dem Schema I angeordnet. Bei den Auftragsprüfungen wird meist ein Teil der Prüfungsabschnitte fortgelassen; z. B. werden mittlere tägliche Gangschwankung und Temperaturfehler im allgemeinen nur in einer Lage geprüft. Die zur Zeit gültigen, aus praktischer Erfahrung ermittelten Fehlergrenzen

I. Anordnung der Taschenuhrprüfung

Abschnitt	Lage	Temperatur Grad Celsius	Dauer Tage
mittlere tägliche Gangschwankung	ZO	20	20
	BO	20	20
Lagenprüfung	BO	20	4 in jeder Lage = 1 Übergangstag + 3 eigentliche Prüftage
	ZO		
	BU		
	ZU		
	BO		
	BR		
	BU		
BL			
BO			
Temperaturprüfung	BO	Z 20	4 in jeder Temperatur = 1 Übergangstag + 3 eigentliche Prüftage
		W 35	
		Z 20	
		K 5	
		Z 20	
	ZO	Z 20	
		W 35	
		Z 20	
		K 5	
		Z 20	

gehen aus der Aufstellung II hervor. Den für die Taschenuhren geltenden Grenzen sind die der Seesynchronometer hinzugefügt. Durchschnittlich verhalten sich die geforderten Mindestgangleistungen der Seesynchronometer, der Taschenuhren der Sonderklasse, der I. Klasse und der II. Klasse zueinander etwa wie 1 : 2 : 3 : 6. Die Prüfergebnisse in der Sonderklasse und der II. Klasse sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Es sind hier aus dem Material der Seewarte einige typische Fälle ausgewählt worden. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Maßstäbe der beiden Bilder ergibt sich, daß die erreichten Gangleistungen sich etwa wie die festgesetzten Fehlergrenzen verhalten. Uhren der I. Klasse gehören ihrer Konstruktion

II. Zur Zeit geltende Fehlergrenzen

Fehlerbezeichnung	See- chronometer	Taschenuhren		
		Sonder- klasse	I Klasse	II Klasse
g (größter absoluter Gang bei der Einlieferung)	3	3	5	10
C (langfristige Gangänderung)	2	4	6	10
S (mittlere tägliche Gangschwankung)	0,5	0,6	1	2
S _{max} (größte tägliche Gangschwankung = 3 S)	0,9	1,8	3	6
A (Gangabweichung = 1/2 S)	0,15	0,3	0,5	1
T (Temperaturfehler = größter Gangunterschied zwischen den Temperaturen 5°, 20° und 35°)	2	4	7	15
HL = LZO-BO (Hauptlagenfehler)	—	3	5	10
GL (Gesamtlagenfehler = größter Gangunterschied zwischen beliebigen Lagen)	—	6	10	20
G (Gesamtfehler = größter Gangunterschied zwischen beliebigen Prüfabschnitten)	—	10	15	30
Z (Zugfederfehler = größte Gangabweichung innerhalb 24 Stunden)	—	1	1,5	2
E (Exzentrizitätsfehler des Sekundenblattes)	—	0,5	0,5	1

nach viel mehr zu denen der Sonderklasse als zu denen der II. Klasse. Der große Schnitt liegt also zwischen Sonderklasse und der I. Klasse einerseits und der II. Klasse andererseits. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich der Konstruktion (besonders durch die Nickelstahlunruh und die Stahlmessingunruh) und des Aufwandes an Feinstellarbeit.

Die Abbildung 3 gibt das Innere eines elektrisch geheizten Prüfkastens für Taschenuhren, die zum Zwecke einer leichten Prüfung in den Lagen in kleinen Zinkkästen befestigt werden. Die Uhrenvergleichungen werden in der bekannten und seit langem üblichen Weise mit Handtaster und Streifenchronographen registriert. Die Ablesung mit Glasskala und Lupe sowie die Ausrechnung erfordert einen sehr erheblichen Arbeitsaufwand. Auch der Zeitaufwand von 110 Tagen für Wettbewerbprüfungen und etwa 60 Tagen für Auftragsprüfungen ist bedeutend. Hierdurch ist der Anzahl der Uhrenprüfungen auf der Deutschen Seewarte eine Grenze gesetzt. Also

schon aus äußeren Gründen waren und sind wir gezwungen, unsere Prüfungen zu beschränken, d. h. nicht auf die große Masse der Gebrauchsuhren auszudehnen. In der Aufforderung zur Beteiligung an den Wettbewerb-Prüfungen für Taschen-

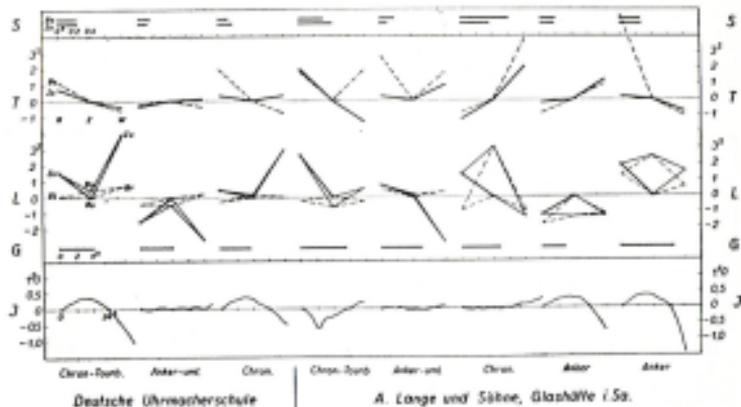


Abb. 1. Prüfungsergebnisse in der Sonderklasse (Unruh aus Nickelstahl)

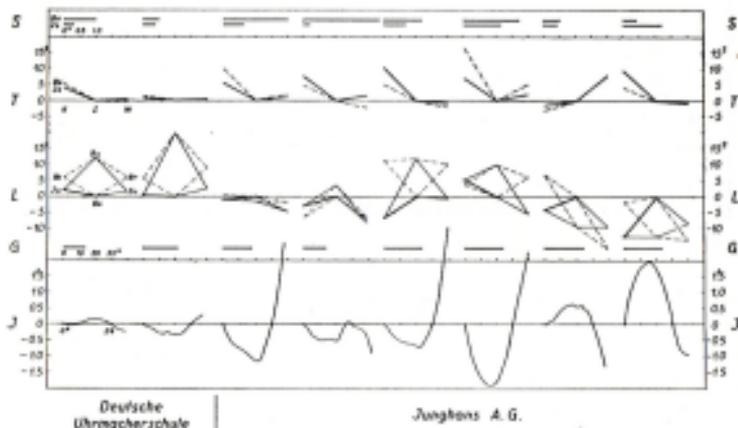


Abb. 2. Prüfungsergebnisse in der II. Klasse (Ankerhemmung, Unruh aus Stahlmessing)

uhren pflegen wir das so auszudrücken: „Die Prüfung erstreckt sich vornehmlich auf hochwertige Uhren für wissenschaftliche Zwecke und auf Uhren für den Gebrauch in der Nautik und Luftfahrt, in beschränktem Umfange auch auf Uhren für allgemeinen Gebrauch. Diese letzteren müssen durch

ein Mindestmaß individueller Behandlung noch als Präzisionsuhren angesprochen werden können. Eine Serienprüfung von Gebrauchsuhren geringerer Güte ist nicht beabsichtigt."

Daß hochwertige Uhren, d. h. also Uhren für wissenschaftliche und navigatorische Zwecke, ausnahmslos einer sehr gründlichen individuellen Prüfung unterzogen werden müssen, ist selbstverständlich. Diese Uhren gehen heute wohl fast ausnahmslos durch die Seewarte, und ich glaube auch kaum, daß

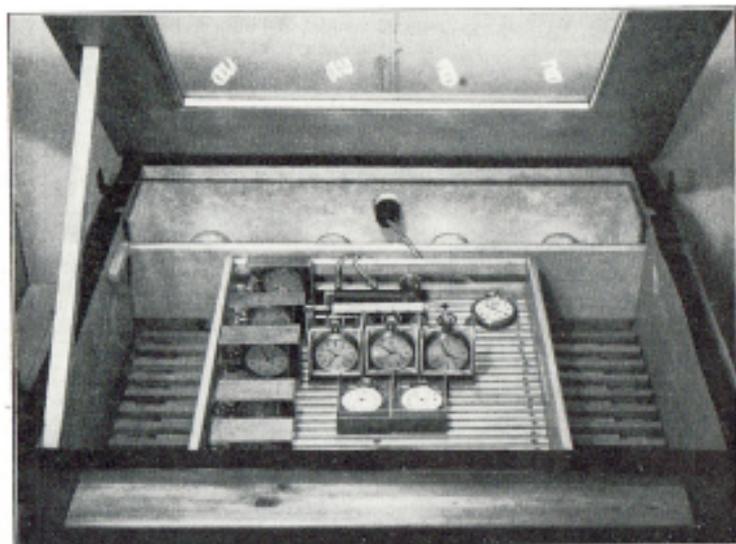


Abb. 3. Blick in einen elektrisch geheizten Prüfkasten für Taschenuhren

viele Auftraggeber auf eine solche Prüfung verzichten werden. Anders liegt die Sache natürlich bei den Uhren der II. Klasse, die vorwiegend Gebrauchsuhren enthält, wenn auch in einer gehobenen Qualität; hierzu rechnen wir z. B. die Junghans-Meisterwerk-Uhren. Wenn wir kleine Serien dieser Uhren, die natürlich auch für die Prüfung vorbereitet sind, Einzelprüfungen unterwerfen, so deshalb, weil wir wissen wollen, wie hoch durch diese Vorbehandlung auch eine in großen Mengen hergestellte und sehr preiswerte Uhr getrieben werden kann. Ein ähnliches Interesse wird auch die Firma Junghans haben, wenn sie uns ihre Meisterwerke zur Prüfung einliefert. Wir wollen also wissen, wie weit solche Uhren für besondere

Zwecke brauchbar sind, und wir würden nichts dagegen haben, wenn uns auch Uhren anderer Herkunft, z. B. aus Pforzheim, eingeliefert würden.

Grundsätzlich ganz anders verhält es sich mit der serienmäßigen Prüfung von Gebrauchsuhren, wie sie auf Veranlassung unserer Gesellschaft heute an der Technischen Hochschule Karlsruhe durch Professor Schlötzer ausgeführt werden. Hierbei handelt es sich um fabrikmäßig hergestellte Uhren, deren durchschnittliche Gangleistung durch Stichproben ohne Vorbereitung vor der Einlieferung festgestellt werden soll, um auch hier eine Anregung zur Verbesserung der Fabrikation und Feinstellung zu geben. Wie weit die einzelne Uhr von diesem Mittel abweicht oder abweichen kann, ist eine Frage für sich, über welche die Serienprüfung aber auch nach Möglichkeit Auskunft geben soll. Man kann heute noch nicht übersehen, wie weit sich diese Art Prüfungen ausdehnen wird; es ist aber mit einem großen Umfange zu rechnen, der außerhalb des Rahmens und des gegenwärtigen Aufgabenkreises der Seewarte liegt.

Um einmal von anderer Seite ein Urteil über unsere Aufgaben und Leistungen auf dem Gebiete des Uhrenprüfwesens zu bekommen, haben wir im Juni 1935 der Deutschen Uhrmacherschule die Frage vorgelegt: „Welche Aufgaben hat nach Ihrer Meinung die Seewarte für die Zeitmessung, im besonderen für Uhrenindustrie und Handwerk zu erfüllen, und wie weit ist sie dieser Aufgabe bisher gerecht geworden?“ Direktor Giebel hat sich liebenswürdigerweise ausführlich hierzu geäußert; seine Ausführungen beginnt er mit den Worten: „Die Tätigkeit der Abteilung IV ist nach außen hin durch die Uhrenprüfung in Erscheinung getreten. Diese Uhrenprüfung unterschied sich grundlegend von der der meisten anderen außerdeutschen Institute dadurch, daß sie nicht wie dort vom Standpunkt des Herstellers, sondern von dem des Benutzers ausging. Dadurch hat sich diese Prüfung ein ungemein hohes Ansehen erworben, ist aber, wenn sie auch zunächst dem Hersteller etwas unbequem war, auch diesem zugute gekommen, indem sie ihm unverschleierte die Schwächen seiner Zeitmeßinstrumente zeigte. Sinngemäß wäre es gewesen, wenn die Seewarte mit ihrer großen Erfahrung auf dem Gebiete des Prüfwesens auch die Gebrauchsuhren in ihren Arbeitsbereich einbezogen hätte,

ähnlich wie in Washington (*Naval Observatory*). Leider ist hier eine Zersplitterung eingetreten. Wir glauben, daß es im Sinne einer fachlichen Arbeit liegt, wenn dahin gestrebt wird, die Prüfungen an einer Stelle zu vereinigen.“ — Dieser letzte Punkt ist wohl durch meine Ausführungen genügend klar gestellt; eine weitere Zersplitterung halte ich allerdings auch nicht für wünschenswert.

Noch einen anderen Punkt möchte ich berühren. Wir unterscheiden nach außen hin zwischen Wettbewerb-Prüfung und Auftrags-Prüfung. Die ersteren sollen einen Anreiz zur höchsten Leistung in Konstruktion und Feinstellung geben, die letzteren die notwendigen Garantien der Innehaltung der vorgeschriebenen Grenzen. Was in Karlsruhe treffend Leistungsprüfung genannt wird, liegt etwa dazwischen. Wir könnten noch von einer dritten Art der Prüfungen reden, die man wissenschaftliche oder technische Prüfung oder auch Versuchsprüfungen nennen könnte; diese haben jedoch durchaus internen Charakter. Sie befassen sich mit der Erprobung neuer Konstruktionen oder Materialien oder mit der Prüfung von Uhren unter besonderen Bedingungen, wie z. B. bei besonders tiefen Temperaturen oder unter dem Einfluß einer magnetischen Kraft oder dem von Stößen und Schwingungen. Ferner ist hier die versuchsweise Prüfung durch besondere Verfahren zu nennen. Solche Art Prüfungen sind im Laufe der Jahrzehnte gelegentlich immer schon vorgekommen. Gegenwärtig haben wir mit einem starken Anwachsen dieser Art von Prüfungen infolge der sich häufenden Aufgaben zu rechnen. Die Seewarte ist durch die Verhältnisse gezwungen, solche Aufgaben selbst durchzuführen, da es bis jetzt Institute, wie die Schweiz sie an mehreren Stellen besitzt, z. B. in Neuenburg, in Waldenburg und in den vortrefflich eingerichteten Schulen, in Deutschland nicht gibt.

Neben den eigentlichen Uhrenprüfungen und im Zusammenhang mit diesen besteht unsere Aufgabe also darin, Bedingungen zur Weiterentwicklung der Uhren aufzustellen, Anregungen zur Durchführung dieser Bedingungen zu geben sowie Konstruktion und Herstellung zu fördern.

Wenn durch die Art und Bedeutung unseres Institutes und durch die pflichtgemäße Ausführung der Prüfungen von See-

chronometern und B-Uhren für die Handelsschiffahrt, die Kriegsmarine und die Luftfahrt unser Aufgabenkreis auch vorgezeichnet ist, so stehen wir heute infolge eines sehr bedeutenden Anwachsens der Zahl der Prüfungen, deren endgültige Höhe noch lange nicht abzusehen ist, vor der Notwendigkeit, unsere bisherigen Verfahren abzukürzen, ohne daß die Güte der Feststellungen eine Einbuße erfährt; denn wir würden unserer nicht ganz leichten Aufgabe kaum gerecht werden können, wenn wir uns darauf beschränken müßten, die Uhrenprüfungen nach den bisherigen Verfahren einfach etwa auf die halbe Zeit oder mehr zu verkürzen. Trotzdem und gleichzeitig müssen wir anstreben, unsere Prüfungen noch zu erweitern und zu verfeinern, sie ihrem Zweck noch mehr anzupassen (z. B. auch durch Erweiterung des Temperatur-Intervalles), um auf diese Weise nach Möglichkeit noch mehr Kenntnisse über die Leistung der Uhren zu gewinnen als bisher.

Welche Hilfsmittel zur Erleichterung und Beschleunigung der Uhrenprüfungen anzuwenden sind, ist nicht unbekannt. Ich erwähne zunächst die Verwendung von Druckchronographen, welche die mühevoll und zeitraubende Arbeit des Streifenteilens und Ablesens erspart. Die Konstruktion eines solchen Druckchronographen ist eine Aufgabe, die, soweit ich weiß, bisher noch von keiner Seite völlig einwandfrei gelöst worden ist, wenigstens nicht unter Einhaltung hoher Genauigkeitsforderungen, also einer zuverlässigen Registrierung der Hundertstelsekunde, wie sie die Handtastung zuläßt. Wir haben uns trotzdem an dieses Problem gewagt; leider konnten wir bisher unsere Werkstatt nicht für die Ausführung des fertig durchkonstruierten Instrumentes freimachen.

Wenn es sich um Uhren geringerer Güte und Gangleistung handelt, so führt ein viel einfacheres Hilfsmittel zum gleichen Ziele der Ausschaltung der Arbeit des Streifenablesens, nämlich eine Doppelstoppuhr, d. h. eine Stoppuhr mit Schleppzeiger. Wir verwenden hierzu jetzt eine Omega-Stoppuhr mit $\frac{1}{10}$ Sekunde Halbschwingungszeit der Unruh. Der mittlere Fehler des Einzelvergleiches läßt sich unter günstigen Umständen auf weniger als eine Zehntelsekunde herabdrücken. Die Uhr wird nach einer Pendeluhr in Gang gesetzt, so daß sie keinen Standfehler hat. Der abgestoppte Schleppzeiger gibt dann sofort den richtigen Stand an.

Das wertvollste Hilfsmittel, das in seinen Möglichkeiten und Leistungen lange noch nicht aufgeschlossen ist, ist aber die *Straumannsche Zeitwaage*. Eine solche befindet sich seit einigen Monaten in unserem Institut. Mein Mitarbeiter, Ingenieur Treusein, hat die Ausgestaltung der Arbeitsmethoden übernommen. Ich will Ihnen hier nur kurz an einigen Bildern zeigen, in welcher Weise wir bis jetzt versucht haben, unsere Seewartenprüfungen durch die Zeitwaage zu ergänzen, welche Wege wir gehen wollen, und was für Schwierigkeiten auftreten.

Die Lagenprüfungen ergeben, wenn man sie mit der Zeitwaage vornimmt, keineswegs die gleichen Fehler wie bei der üblichen Handtastung (s. Abb. 4). Das liegt natürlich nicht an der Zeit-

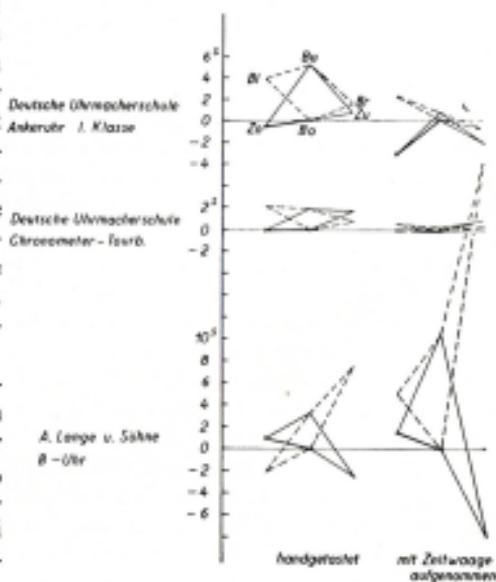


Abb. 4. Lagendiagramme durch Handtastung und Zeitwaage

waage, sondern an der Uhr, die sich anders verhält, je nachdem ob sie normal in je 24^h abläuft und die Lagen erst nach Tagen verändert werden, oder ob die Lagenprüfung auf der Zeitwaage innerhalb weniger Stunden durchgeführt wird. Ein großer Isochronismusfehler muß verfälschend wirken, aber auch ein notwendigerweise verschiedenes Verhalten des Öles. Die gleichen Erfahrungen macht man bei dem Vergleich der mit Hilfe der Zeitwaage aufgenommenen Isochronismuskurven mit den handgetasteten bei normalem Ablauf. Man wird hierbei zu der Überzeugung geführt, daß die Güte des Ablaufes der Feder von großem Einfluß auf die Gangleistungen der Uhr ist. Die Abb. 5 zeigt ein Aufsatz-Mikrophon, mit dem man von Uhr zu Uhr gehen kann, was allerdings bei Seechronometern von größerer Bedeutung als bei Taschenuhren ist.

Wir stehen erst am Anfang unserer Arbeit mit der Zeitwaage, mit der wir verschiedene Untersuchungen vorhaben; auch die Lösung der Aufgabe der täglichen Standbestimmung unter Ausschaltung der menschlichen Sinne gehört hierzu, ferner die gleichzeitige Prüfung mehrerer Uhren, um die Zeit, auch die des beaufsichtigenden Beamten, besser auszunutzen. — Bei späterer Gelegenheit wird Ihnen Ingenieur Treusein über seine Arbeiten selbst ausführlich berichten.

Man kann natürlich noch mancherlei andere Hilfsmittel zur Erleichterung und Beschleunigung

der Uhrenprüfung verwenden, so besonders optische; sogar die Photographie ist ja zur Standermittlung benutzt worden. Wir werden voraussichtlich das eine oder andere dieser Hilfsmittel uns zu eigen machen müssen. Diese Hilfsmittel, alte oder neue, sind im wesentlichen die gleichen, ob es sich nun um die Prüfung hochwertiger Präzisionsuhren oder die von Gebrauchsuhren handelt. Der Unterschied dieser Prüfungen wird in Zukunft viel weniger in ihrer Methodik zu suchen sein als in ihrem Ziele und ihrem Gegenstande, indem es sich in dem einen Falle um die Prüfung individuell vorbereiteter Uhren handelt, wie wir sie auf der Seewarte betreiben, in dem anderen jedoch um die Prüfung von Serienfabrikmäßig hergestellter unvorbereiteter Uhren, wie sie seit einigen Jahren die Technische Hochschule Karlsruhe durchführt.

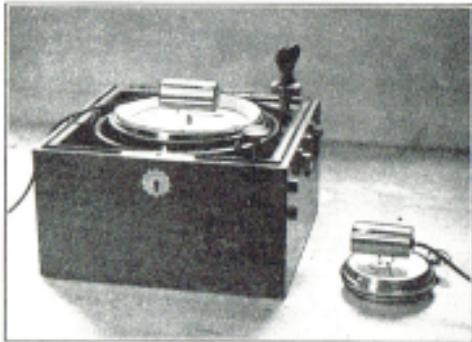


Abb. 5. Aufsatz-Mikrophon auf einem Seochronometer und einer Taschenuhr
(5 Zeichn. u. Aufn.: Verfasser)