

Kurt Jäger
Werkstatteerfahrungen
Uhrreimstandsetzung

© www.uhrenliteratur.de

Haftungsausschluss

Die Beteiligten an diesem Buch übernehmen keinerlei Verantwortung bzw. Haftung für mögliche Schäden. Dies gilt auch für durchgeführte Arbeiten gemäß den hier vorgestellten Beschreibungen und Darstellungen.

Die in diesem Buch enthaltenen Zeichnungen der Maschinen und Werkzeuge sind als technische Skizzen zu verstehen, die sich auf die rein funktionellen Aspekte beschränken. Passive Sicherheitsbauteile sind nicht dargestellt. Sie sind vom jeweiligen Anwender selbst auszulegen und an die tatsächlichen Werkstatt und Maschinengegebenheiten anzupassen. Der Technologiestand ist 1972 (bis auf einige Ergänzungen).

© www.uhrenliteratur.de

© Historische Uhrenbücher
Verlag: Florian Stern, Berlin 2016
www.uhrenliteratur.de
service@uhrenliteratur.de
Alle Rechte vorbehalten
Layout u. Satz: Michael Stern, Berlin
Druck: SDL, Berlin
ISBN 978-3-941539-90-7

KURT JÄGER

Werkstatterfahrungen

Uhreninstandssetzung

© www.uhrenliteratur.de



BERLIN 2016

© www.uhrenliteratur.de

Vorwort

Das Buch ist für Fortgeschrittene geschrieben, da die meisten Hinweise erst nach Erwerb einer gewissen Erfahrung mit Nutzen verwertet werden können. Es enthält Angaben über die Kleinmechanisierung und soll ein Leitfaden zum rationellen Arbeiten und zum Bessermachen sein; kurz: Es enthält Erfahrungen aus der Praxis für die Praxis.

Die Anwendung leistungsfähiger Maschinen, Geräte, Einrichtungen und Werkzeuge wird beschrieben. Zahlreiche Beispiele geben dem Leser Anregung für besondere Werkzeuge oder Einrichtungen, die er sich selbst herstellen kann. An mehreren Beispielen wird gezeigt, wie eine Uhrmacherwerkstatt rationell eingerichtet werden kann, so dass, je nach den Erfordernissen und Umständen, die Einrichtungen, Maschinen und Geräte voll ausgelastet sind.

Das Buch enthält außerdem eine Beschreibung des Drehens mit dem Kreuzschlitten. Dabei werden Erfahrungen vermittelt, die von der Dreherei des Maschinenbaus übernommen und für das Drehen des Uhrmachers entsprechend abgewandelt oder neu entwickelt wurden. Im Zusammenhang damit sind die Winkel an den Schneiden der Drehmeißel, deren Form, die zulässigen Schnittgeschwindigkeiten für ungehärteten und blauharten Stahl und die Härte der Drehmeißel ermittelt und festgelegt worden.

Schließlich werden Anleitungen zur Anfertigung von Drehmeißeln und Bohrern gegeben, die zum Bearbeiten von blauhartem Stahl und ungehärteten Werkstoffen geeignet sind. Dabei wird ein besonderes Härten geeigneter Werkzeugstähle beschrieben.

Für die Bearbeitung dieses Buches und die liebenswürdige Unterstützung bin ich Herrn Dr. Vilknor Stralsund, und einer Reihe von Fachkollegen zu Dank verpflichtet.

Den Leser begleiten meine besten Wünsche zum Erfolg beim Studium dieser Zeilen.

Aue, September 1972

Kurt Jäger

Vorwort

In dieser korrigierten Fassung sind einige kleine Fehler ausgemerzt worden und die neue deutsche Rechtschreibung kommt in gemäßigter Form zu Anwendung. Kleinere Kürzungen und Änderungen im Sprachgebrauch wurden vorgenommen, damit es keine Widersprüche zur heutigen Zeit gibt. Das Buch gibt aber nach wie vor den technologischen Stand von 1972 wieder. Dies ist allerdings kein großes Problem, da es auf dem Sektor der Uhrmacherwerkzeuge und maschinen kaum Veränderungen gab. Und die alten Maschinen verrichten ohnehin noch immer klaglos ihren Dienst. Hauptsächlich betroffen ist die „Zeitwaage“ – diese arbeitet heute vollkommen elektronisch und bietet viele Auswertungshilfen. Aber das „Lesenkönnen“ eines Zeitwaagediagramms ist nach wie vor unumgänglich.

Frau Magna Jäger gilt unsere Dank für die freundliche Genehmigung zur Veröffentlichung dieses Buches.

Berlin, November 2016

Michael Stern

© www.uhrenliteratur.de

Inhaltsverzeichnis

1. Empfehlungen für die rationelle Einrichtung einer Uhrmacherwerkstatt	11
1.1. Größe und Aufteilung des Raums.....	11
1.2. Farbgestaltung und Arbeitsfreude.....	11
1.3. Zweckmäßige Lichtführung.....	11
1.3.1. Fenster.....	11
1.3.2. Künstliche Beleuchtung.....	12
1.4. Heizung des Raums.....	12
1.5. Anordnung der Plätze für manuelle Arbeiten.....	12
1.6. Aufstellung der Maschinen und Prüfmittel.....	14
2. Empfehlungen zur Entwicklung und zum Einsatz Maschinen und Prüfgeräten	15
2.1. Antriebe für die Uhrmacherdrehmaschine.....	15
2.1.1. Antriebsmotoren, ihre Pflege und Wartung.....	15
2.1.2. Riemenvorgelege.....	16
2.1.3. Stufenlos verstellbares Reibradgetriebe.....	17
2.2. Pflege- und Wartungshinweise für die Uhrmacherdrehmaschine.....	18
2.3. Rationalisierungsmittel und Vorrichtungen zur Arbeit an der Drehmaschine.....	20
2.3.1. Vieldrehmeißelhalter.....	20
2.3.2. Abstechmeißelhalter.....	20
2.3.3. Höhengschlitten.....	21
2.3.4. Winkelstück zum Umspannen des Kreuzschlittens.....	21
2.3.5. Handstückhalter.....	22
2.3.6. Einstellbare Winnette.....	23
2.4. Zapfenrolliermaschine.....	24
2.4.1. Beschreibung des Aufbaus.....	24
2.4.2. Erläuterung der Wirkungsweise.....	25
2.4.3. Einsatzbeispiele.....	25
2.4.4. Pflege- und Wartungshinweise.....	26
2.5. Metallkreissäge.....	26
2.6. Zur Arbeit mit der Zeitwaage.....	26
2.6.1. Beschreibung des Aufbaus.....	28
2.6.2. Erläuterung der Wirkungsweise.....	29
2.6.3. Einsatzbeispiele.....	30
2.6.3.1. Aufnahme von Impulsen.....	30
2.6.3.2. Messen der Amplitude der Unruh.....	31
2.6.3.3. Prüfen von Hemmungen.....	32
2.6.3.4. Messen des Isochronismusfehlers.....	33
2.6.3.5. Messen des Temperaturfehlers.....	33
2.6.4. Erfahrungen aus dem Einsatz der Zeitwaage.....	34

2.6.4.1. Vor- oder Nachgangkorrektur.....	34
2.6.4.2. Abfallfehlerbeseitigung.....	37
2.6.4.3. Hemmungsfehlerbeseitigung.....	37
2.6.4.4. Beseitigen von Fehlern im Räderwerk.....	39
2.6.4.5. Hinweise zur Reihenfolge der Fehlersuche.....	39
2.6.5. Pflege- und Wartungshinweise.....	40
2.7. Prüfgerät für Armbanduhren (künstlicher Arm).....	41
2.7.1. Beschreibung des Aufbaus.....	41
2.7.2. Erläuterung der Wirkungsweise.....	41
2.7.3. Prüfgerät mit mehreren Armen.....	42
2.7.4. Pflege- und Wartungshinweise.....	42
2.8. Reinigungsmaschine für Kleinuhren.....	43
2.8.1. Beschreibung des Aufbaus.....	43
2.8.2. Erläuterung der Wirkungsweise.....	43
2.8.3. Hinweise zum Einsatz.....	44
2.8.4. Pflege- und Wartungshinweise.....	44
3. Rationalisierungsmittel und Vorrichtungen für manuelle Arbeit.....	46
3.1. Heft zum Aufziehen und Schrauben.....	46
3.2. Steckschlüssel.....	46
3.3. Großuhrschlüssel.....	47
3.4. Haltewerkzeuge für Schlitzschrauben.....	48
3.5. Hilfsmittel zum Schleifen.....	49
3.6. Rundlaufzirkel.....	50
3.7. Werkzeug zum Ordnen von Hemmungen.....	51
3.8. Unterleger zum Aufsetzen von Spindeln.....	51
3.9. Zapfenrichtpinzette.....	52
3.10. Zeigerzange.....	53
3.11. Werkzeuge zum Befestigen von Uhrenbändern.....	53
3.12. Punzen zum Aufsetzen von Minutenzeigern.....	54
3.13. Punzen für Spezialarbeiten.....	54
3.14. Nietbank.....	55
3.15. Werkplattenamboß.....	56
3.16. Einsatzmöglichkeiten der Bügelmessschraube.....	57
3.17. Vorspannwerkzeuge für runde Uhrengläser.....	57
3.18. Vorrichtung zum Mechanisieren des Aufziehens.....	61
3.19. Mechanisiertes Polieren.....	61
3.20. Vorrichtung zum Aufreißern und Einpressen von KWM-Lagern.....	62
3.21. Vorrichtung zum Führen von Reibahlen.....	63
3.22. Bohrlehren für Werkplatten.....	64
3.23. Spitzbohrer mit gekürzter Querschneide.....	64
3.24. Bohrer ohne Querschneide.....	66

4.	Entwicklung von Arbeitshilfen für den Arbeitsplatz	68
4.1.	Arbeitsplatte	68
4.2.	Aufnahmeteller für Armbanduhrgehäuse	68
4.3.	Serienreparaturgerät für Armbanduhren	68
4.4.	Serienreparaturgerät für Wecker	71
4.5.	Injektionsspritzen als Schmiermittelgeber	72
5.	Entwicklung von Arbeitshilfen zur Lagerung von Werkzeugen Ersatzteilen und Uhren	73
5.1.	Regale	73
5.2.	Konsolen	73
5.3.	Roste	74
5.4.	Förderband	74
5.5.	Kennzeichnung von Behältern durch Farbe, Bilder, Text	75
6.	Empfehlungen zum Drehen mit Hilfe des Kreuzschlittens	76
6.1.	Erfahrungswerte für Schnittgeschwindigkeiten an blauhartem Stahl und anderen Werkstoffen	76
6.2.	Geeignete Formgebung an Drehmeißeln, Anwendungsbeispiele	78
6.2.1.	Seitenmeißel	78
6.2.2.	Schlichtmeißel	79
6.2.3.	Stechmeißel, Bohrmeißel	81
6.3.	Drehmeißel-Werkstoffe	81
6.3.1.	Auswählen und Prüfen	81
6.3.2.	Eigenschaften und Einsatz	82
6.3.2.1.	In Wasser härtbarer Stahl	82
6.3.2.2.	Schnellarbeitsstahl	82
6.3.2.3.	Hartmetalle	82
6.4.	Anfertigen von Drehmeißeln	83
6.4.1.	Anfertigen des Rohlings	83
6.4.2.	Nähen und Entspannen	84
6.4.3.	Schleifen des Drehmeißels	87
6.4.3.1.	Empfehlungen zu den Schneidenwinkeln	87
6.4.3.2.	Schleifen des Rohlings	87
6.4.3.3.	Schleifen der Schneide an Werkzeugstahl-Drehmeißel	88
6.4.3.4.	Schleifen und Läppen von Drehmeißelschneiden aus Hartmetalle	89
6.4.4.	Erproben der Drehmeißel an ungehärteten und gehärteten Werkstoffen	90
6.5.	Beispiele für Fertigungs- und Instandsetzungsarbeiten	91
6.5.1.	Herstellen einer Unruhwellen aus blauhartem Stahl	91
6.5.1.1.	Auswählen und Härten des Werkstoffs	91
6.5.1.2.	Arbeitsstufen	92
6.5.2.	Herstellen einer Aufzugwellen aus ungehärtetem Stahl	96
6.5.2.1.	Auswählen und Prüfen des Werkstoffes	96
6.5.2.2.	Arbeitsstufen	96

6.5.3. Herstellen einer Federwelle.....	99
6.5.3.1. Auswählen und Prüfen des Werkstoffs.....	99
6.5.3.2. Arbeitsstufen.....	99
6.5.4. Drehen von Trieben.....	107
6.5.4.1. Werkstoff und Form der Drehmeißel.....	107
6.5.4.2. Empfehlungen für das Einspannen der Triebe.....	108
6.5.5. Ersetzen von Zapfen.....	108
6.5.5.1. Allgemeine Grundsätze.....	108
6.5.5.2. Arbeitsstufen beim Ersetzen des Zapfens einer Festminutenwelle.....	108
6.5.6. Empfehlungen für das Serierendrehen.....	111
6.5.6.1. Allgemeine Grundsätze.....	111
6.5.6.2. Drehmeißel für das Serierendrehen.....	112
6.5.6.3. Einstellen der Drehmeißel.....	113
6.5.6.4. Arbeitsstufen beim Drehen eines Ansatzteiles.....	113
6.5.6.5. Arbeitsstufen beim Drehen einer Aufzugwelle.....	114
7. Empfehlungen zur Auswahl, Prüfung und Behandlung von Werkstoffen für Uhrenteile.....	118
7.1. Auswählen und Prüfen von Messing.....	118
7.2. Ursachen und Verhinderung des „Wachsens“ von Messing.....	119
7.3. Berücksichtigen der Erscheinung des Alterns von Werkstoffen.....	119
7.4. Ursache und Verhinderung des Zugfederbruchs.....	122
7.4. Ursache und Verhinderung des Zapfenbruchs.....	123
8. Empfehlungen für das Organisieren der Werkstattarbeit.....	124
8.1. Einzelreparatur.....	124
8.2. Serienreparatur.....	128
8.2.1. Einsatzbedingungen.....	128
8.2.2. Arbeitsorganisation und Einsatz von Geräten.....	128
8.3. Gruppenreparatur.....	132
8.3.1. Einsatz von Transportmitteln.....	132
8.3.2. Arbeitsorganisation.....	132
9. Organisationshilfsmittel.....	134
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	137
Sachwortverzeichnis.....	138

2.4.4. Pflege- und Wartungshinweise

Die Zapfenrolliermaschine hat wegen ihrer einfachen und kompakten Bauweise nur wenige Stellen, die geölt oder geschmiert werden müssen. Vor allem die Lagerung der Mitnehmerrolle soll geölt werden, aber dann nur soviel, dass der Riemen trocken bleibt. Die Pflege des Motors s. Abschn. 2.1.1. Die Zapfenlagerbrosche und ihr Riegel, der Hohlkörper und die Führungsbolzen für die Mitnehmerrolle sind leicht einzuölen oder einzufetten.

2.5. Metallkreissäge

Mit einer von einem Motor angetriebenen Kreissäge und Auflage, wie sie auch die Goldschmiede verwenden, können die verschiedensten Werkstoffe und Gegenstände schnell, gerade und sauber getrennt werden. Dabei sind beide Hände zum Halten frei.

Eine solche Metallkreissäge kann in den meisten Werkstätten aus schon vorhandenen Mitteln gefertigt werden, z.B. aus dem ausgedienten Spindelstock einer Drehmaschine und einem Kurzschlussläufermotor mit etwa 75 W und 1400 min^{-1} . Beides ist durch Riementrieb verbunden und auf einen Tisch oder ein Brett montiert. Das Kreissägeblatt, das etwa 40 mm Durchmesser hat, wird mittels Muttern auf einem Bolzen befestigt und dieser in den Spindelstock eingesetzt.

Damit die Kreissäge mit etwa 1000 min^{-1} getrieben wird, ist das Getriebeverhältnis entsprechend zu bestimmen. Diese niedrige Drehzahl, die zwar zum Trennen von Buntmetall höher sein könnte, aber nicht höher sein muss, ist erforderlich, um auch Stahl trennen zu können. Ein Hauptstrommotor ist wegen seiner zu hohen oder bei Belastung stark schwankenden Drehzahl zum Antreiben dieser Kreissäge nicht geeignet (s. auch Tafel 14).

Die Kreissäge findet auch Verwendung zum Kürzen der Metallansätze an Kordel- oder Metallarmbändern. Wenn diese jedoch nur wenig zu brechen sind, verwendet man eine grobkörnige Schleifscheibe, die nicht zu klein sein darf und mit der wirtschaftlich hohen Drehzahl getrieben werden muss. Sägeblätter unter 40 mm Durchmesser können wegen der Härte und der feinen Verzahnung kaum geschärft werden. Sie sind durch neue zu ersetzen. Größere Sägeblätter lassen sich besser an der scharfen Kante einer feinkörnigen Schleifscheibe schärfen als mit einer Feile.

2.6. Zur Arbeit mit der Zeitwaage

Die Zeitwaage (Bilder 2.18 bis 2.21) ermöglicht eine kurzzeitige Gangmessung und, je nach ihrer Konstruktion, das Auffinden verborgener Fehler und Vorgänge im Uhrwerk. Mit Hilfe der Zeitwaage kann der Gang in kurzer Zeit bestimmt werden.

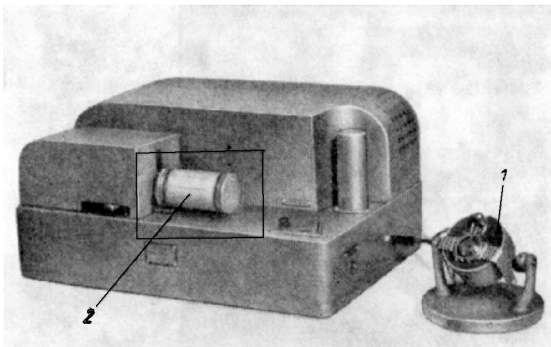


Bild 2.18. Sowjetische
Zeitwaage PP Tsch-4
1 Ständermikrofon, 2 Trommel

Bild 2.19. Moderne sowjetische
Zeitwaage mit
Ständermikrophon,
Prinzip „Vibrograph“,
Schweiz

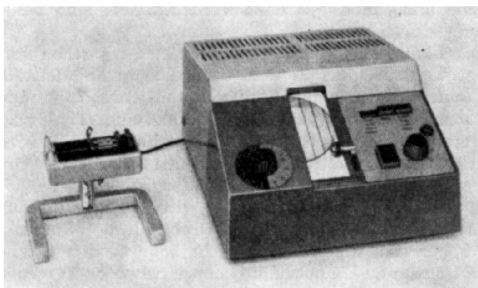


Bild 2.20. Schweizer Zeitwaage
mit Ständermikrophon

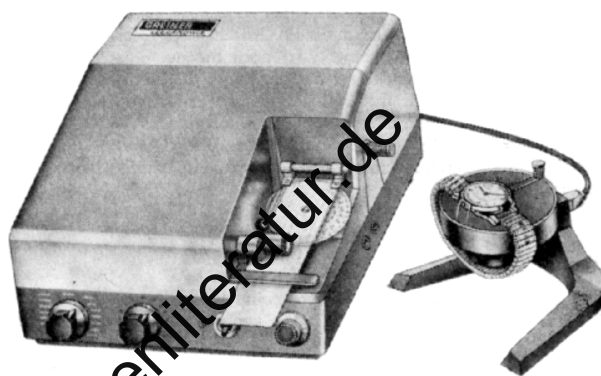
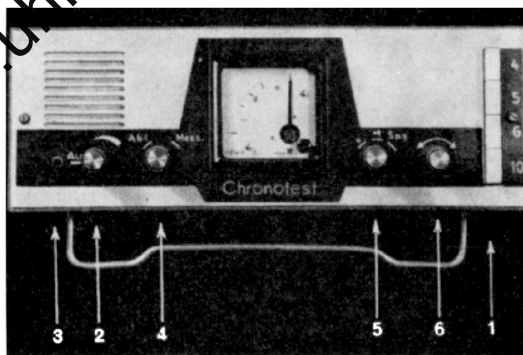


Bild 2.21. Chronotest

- 1 Thyatron
- 2 Einstellknopf,
- 3 Kontrolllampe,
- 4 Abfallmessung,
- 5 Lautsprechereinschaltung,
- 6 Nulleinstellung



Ein Oszillograph und der Chronotest zeigen den Gang sofort an. Die schreibende Zeitwaage registriert den Gang auf einem Papierstreifen, einer Trommel oder einer Papierscheibe, so dass er sich unmittelbar danach in Minuten und Sekunden je 24 Stunden auswerten lässt. Außerdem können Funktionsfehler, z. B. Prellen der Unruh, Spiralfederstörungen, fehlerhafte Hemmung, unregelmäßige Kraftübertragung des Räderwerks usw., erkannt werden. Das Beseitigen von Störungen ist daher schnell möglich.

2.6.1. Beschreibung des Aufbaus

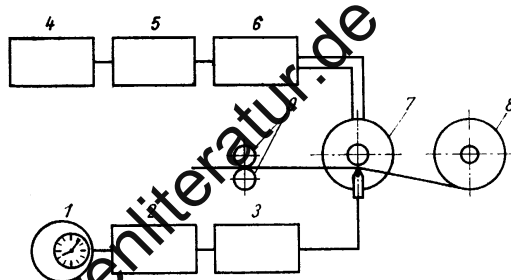
Zeitwaagen machen die Schläge einer Uhr hörbar, ablesbar oder auf andere Weise auswertbar. Sie bestehen aus einem Aufnahmeteil, einem Zeitnormal, einer Vergleichs- und Auswerteinrichtung und gegebenenfalls Hilfseinrichtungen. Praktisch verwirklicht sind folgende Zeitwaagen-Arten.

1. Streifenschreiber, Trommelschreiber, Scheibenschreiber
 - a) Aufzeichnung durch Funken
 - b) Aufzeichnung durch Farbschreiber
2. Oszillograph
3. Nullpunkt-Messwerk (Chronotest).

Im Bild 2.22 ist eine streifenschreibende Zeitwaage schematisch dargestellt. Ihr Aufbau wird nachstehend erläutert.

Bild 2.22. Schema einer streifenschreibenden Zeitwaage

- 1 Mikrophon,
- 2 Verstärker,
- 3 Thyatron,
- 4 Quarz,
- 5 Frequenzteiler.
- 6 Kraftverstärker,
- 7 Vergleichseinrichtung,
- 8 Papierrolle,
- 9 Transportrollen



Aufnahmeteil

Es besteht aus einem Mikrophon, einem Mikrophonverstärker und einem Thyatron (elektronischer Schalter).

Zeitnormal

Das Zeitnormal, mit dem die zu prüfende Uhr verglichen werden soll, enthält ein Schwingquarz, einen Frequenzteiler und einen Kraftverstärker, der den Synchronmotor der Vergleichseinrichtung speist. Manche Ausführungen benutzen anstelle des Schwingquarzes eine Stimmgabel.

Vergleichs- und Auswerteinrichtung

Sie besteht aus einem Synchronmotor, der Schreibeinrichtung und den Transportrollen. Bei Oszillographen und beim Chronotest wird der Vergleich elektronisch vorgenommen und bei letzterem auf einem Nullpunkt-Messwerk angezeigt.

Klemmmikrophon

Anstelle des drehbaren Ständermikrophons kann ein Klemmmikrophon verwendet werden (Bild 2.23). Es eignet sich besonders zum Prüfen von Weckern, Großuhren und dgl. Das Mikrophon soll

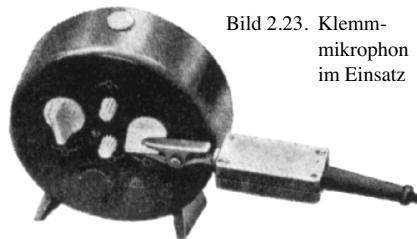


Bild 2.23. Klemmmikrophon im Einsatz

möglichst nahe an der Hemmung, bei Weckern z. B. am Schlüssel, nicht aber an der Minutenwelle (Kraftverlust im Laufwerk) angeklemt werden.

Hörer

Mit dem Hörer (Kopfhörer) der Zeitwaage können außer dem Schlag auch Nebengeräusche gehört werden (s. Abschn. 2.6.3.3.).

2.6.2. Erläuterung der Wirkungsweise

Messen bedeutet Vergleichen mit einem Normal. Die Zeitwaage vergleicht den zeitlichen Abstand der Schläge mit einem Zeitnormal. Der Schwingquarz schwingt mit einer hohen Frequenz, die durch einen Frequenzteiler herabgesetzt und dann zum Betreiben eines Synchronmotors verstärkt wird. Dieser Synchronmotor ist also unabhängig von der Spannung und Frequenz des Netzes. Er dreht sich mit einer konstanten, von äußeren Einflüssen unabhängigen Drehzahl und bewirkt, je nach Konstruktion, die Drehung der Schreibeinrichtung, den Transport des Diagrammstreifens oder – bei der sowjetischen Zeitwaage PP Tsch-4 – den Antrieb der mit Diagrammpapier überzogenen Trommel.

Einige Zeitwaagen bieten die Möglichkeit, verschiedene Drehzahlen einzustellen, so dass auch Uhren mit unterschiedlichen Schlagzahlen geprüft werden können. Durch das Mikrophon werden die Schläge der zu prüfenden Uhr aufgenommen und in elektrische Impulse umgewandelt; diese werden verstärkt und einem Thyatron zugeführt, das als elektronischer Schalter dient.

Bei jedem Tickgeräusch überschreitet die Steuerspannung eine gewisse Größe, so dass die Gasfüllung des Thyatrons leitend wird und in der Vergleichseinrichtung elektronisch die Schreibvorrichtung betätigt oder einen Funken erzeugt. Da die Richtung des Papervorschubs und die Bewegungsrichtung der Schreibvorrichtung stets senkrecht aufeinanderstehen, entsteht als Aufzeichnung die bekannte Punktreihe der Zeitwaage. Bei der Zeitwaage mit Papierstreifen rotiert die Schreibvorrichtung auf einer Scheibe oder Schnecke schnell über dem sich langsam vorschiebenden Papier. Bei der sowjetischen Zeitwaage dagegen schiebt sich die Schreibvorrichtung langsam über die schnell rotierende Trommel. Das Thyatron ist also der elektronische Schalter für das Aufzeichnen der Punkte. Für jeden einzelnen Punkt muss das Thyatron zünden und anschließend wieder löschen. Das Zünden und Löschen des Thyatrons geht einerseits so schnell vor sich, dass die 4, 5, 6 oder bei Schnellschwingern auch 10 Schläge je Sekunde von der Zeitwaage einwandfrei einzeln aufgezeichnet werden; andererseits ist das Löschen des Thyatrons aber doch noch mit einer solchen Trägheit behaftet, dass die einzelnen Teilgeräusche, aus denen sich der Schlag einer Uhr zusammensetzt (s. Abschn. 2.6.3.1.), nicht getrennt werden können.

Der Abstand der Schläge wird in der Vergleichseinrichtung elektronisch mit dem Frequenznormal in Beziehung gebracht.

Bei einer streifenschreibenden Zeitwaage entsteht nur dann eine fortlaufende Aufzeichnung (Linie oder Linienpaar), wenn die Schreibeinrichtung im Rhythmus eines ganzzahligen Vielfachen des Uherschlages registriert. Dadurch können mehrere, jedenfalls alle normalen Schlagzahlen mit nur einer Einstellung der Drehzahl des Synchronmotors gemessen werden.

Die sowjetische Zeitwaage mit ihrer sich fünfmal in der Sekunde drehenden Trommel zeichnet nur dann eine einzige Diagrammlinie auf, wenn die Schwingungsdauer (hin und her) 0,4 s beträgt; das sind 18 000 Halbschwingungen (Schläge) je Stunde. Bei einer Uhr mit 6 Schlägen je Sekunde zeichnet sie 6 Linien, bei einer Uhr mit 4 Schlägen je Sekunde 4 Linien auf, die gleichmäßig auf der Trommel verteilt sind. Diese sind fast ebenso gut auswertbar wie die Aufzeichnungen in einer einzigen Linie. Nur der Abfall ist, wenn er sehr schief ist, nicht zu erkennen.

Der Chronotest ist einstellbar zum Messen von 4, 5, 6 und 10 Schlägen je Sekunde.

Bei Zeitwaagen mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen ist die Anzeige auf dem Bildschirm, beim Chronotest durch Zeigerauslenkung sichtbar. Scheibenschreiber registrieren kreisförmig auf einer Papierscheibe.

2.6.3. Einsatzbeispiele

Die Zeitwaage muss nahe am Arbeitsplatz stehen, am besten zwischen 2 Arbeitstischen. Hier kann sie von beiden Seiten her im Sitzen bedient werden. Dadurch entfällt besonders bei Fehlersuche und Korrektur viel unnötige Lauferei. Um rationell zu arbeiten, prüfe man die Uhren in Serie. Während ein Werk auf dem Mikrophon liegt, können andere ins Gehäuse eingebaut oder kleine Arbeiten vorgenommen werden.

2.6.3.1. Aufnahme von Impulsen

Das von den Hemmungsteilen verursachte Tick-Geräusch wird vom Ohr als ein einziger Schlag empfunden. Prüft man jedoch beispielsweise eine Ankerhemmung im Kathodenstrahl-Oszillographen, so werden im Laufe einer Schwingung 3 Hauptstöße sichtbar (Bild 2.24). Der vom Ohr aufgenommene einzige Ton ist also in Wirklichkeit aus drei Geräuschen zusammengesetzt, die aber so schnell aufeinander folgen, dass unser Ohr sie nicht zu trennen vermag.

Bild 2.24 Kathodenstrahl-Oszillogramm
a Auslösung, b Antrieb, c Fall



Die Aufzeichnung a (Bild 2.24) ist am schwächsten und entsteht bei der Auslösung, wenn die Ellipse auf die Ankergabel schlägt; b wird erzeugt vom Gleiten der Hebefläche des Ankersteins auf dem Ankerradzahn (Antrieb ist der Impuls) sowie hauptsächlich durch das Einholen des Spiels der Ellipse im Ankergabelschnitt; c ist am lautesten und entsteht durch den Aufprall des Ankerad-Zahns auf die Ruhefläche des Ankersteins (Fall) und fast gleichzeitig durch den Aufprall des Gabelstiels auf einen Begrenzungsstift.

Bei Benutzung eines Thyratrons wird die Schreibeinrichtung erst dann ausgelöst, wenn der Ton die Ansprechgrenze erreicht hat (Bild 2.25). Daraus ergeben sich wichtige Konsequenzen, und es ist notwendig, die Arbeitsweise der Zeitwaage genau kennenzulernen. Das geschieht folgendermaßen: Zuerst wird der Verstärker von Null soweit aufgedreht bis die Aufzeichnung beginnt. Dabei erscheint als erstes der lautstarke Ton c und schließlich bei weiterem Aufdrehen der schwächere Ton a, während c verschwindet. Demnach wird das Tickgeräusch in umgekehrter zeitlicher Folge, also von c nach a, aufgezeichnet. Der Ton b fällt meist aus, da er in seiner Lautstärke so wenig von a und c abweicht, dass er sich bei den meisten Zeitwaagen auch bei noch so feiner Regelung der Verstärkung praktisch nicht von a oder c trennen lässt.

Als Beispiel zeigt Bild 2.25, wie die Aufzeichnung des Tones a oder c durch Regelung des Verstärkers gewählt werden kann. Im Oszillogramm A ist die Verstärkung nur so weit aufgedreht,