Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 81 (2009)

Artikel: Präzision trotz Handarbeit : Metallbearbeitung im Uhrmacherhandwerk

Autor: Oechslin, Ludwig

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-378455

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Präzision trotz Handarbeit – Metallbearbeitung im Uhrmacherhandwerk

Dr. phil. nat. Ludwig Oechslin, Lic. phil. hist., PD, Uhrmachermeister

Geboren 1952 in Gabicce Mare (Italien). 1976 Lizentiat in Archäologie, Alter Geschichte und Griechisch an der Universität Basel. 1983 Promotion in Philosophie und Geschichte der Wissenschaften (Theoretische Physik) und Astronomie an der Universität Bern. 1995 Habilitation mit venia legendi für Vorindustrielle Technik-Archäologie, ETH Zürich. Nach verschiedenen Studienaufenthalten in den Jahren 1978–1995 in Italien, Deutschland, Österreich und der Tschechoslowakei absolvierte Ludwig Oechslin seit 1976 eine Lehre als Uhrmacher bei der Firma Spöring in Luzern in Teilzeit und erhielt 1984 das Diplom als Uhrmacher-Rhabilleur und 1993 das Meister-Diplom als Eidgenössisch diplomierter Uhrmachermeister, Solothurn. 1995–2004 Lehrtätigkeit an der ETH Zürich im Rahmen der venia legendi. Ab 2002 Professeur associé an der Universität Neuenburg für Museumskunde. 1982–2001 Uhrenprojekte für Ulysse Nardin SA; 1987–1991 Verkehrshaus der Schweiz, Luzern, Leiter Schienenverkehr, seit 2000 La Chaux-de-Fonds, Musée international d'horlogerie, conservateur/Direktor.

Bild 1: Eisenuhr, Deutschland, 16. Jahrhundert. (Foto: MIH)

Uhren und deren Teile werden im Wesentlichen aus Eisenmetallen und Messing hergestellt. Bis ins 19. Jahrhundert geschah dies von Hand mit Hilfe von Säge, Feile, Handdrehbank und Stichel. In Taschenuhren war eine Präzision im Bereich von hundertstel Millimetern gefordert. Um mit den genannten primitiven Hilfsmitteln diese Präzision zu erreichen, waren eine sorgfältige Vorbereitung der Arbeit und höchste Konzentration bei deren Ausführung bis hin zu einem meditativen Akt des Herstellungsprozesses unabdingbar.

Clocks and clockwork parts are largely manufactured of ferrous metals and brass. Up until the 19th century, this was performed by hand with the help of saws, files, manual turning lathes and styluses. In pocket watches, precision to hundredths of a millimetre is required. To achieve such precision with the aforementioned primitive tools, careful preparation and utmost concentration, bordering even on meditation, was absolutely essential for this manufacturing process.

Bild 2: Taschenuhr mit Viertelstundenrepetition, Courvoisier, La Chaux-de-Fonds, um 1840. (Foto: MIH)

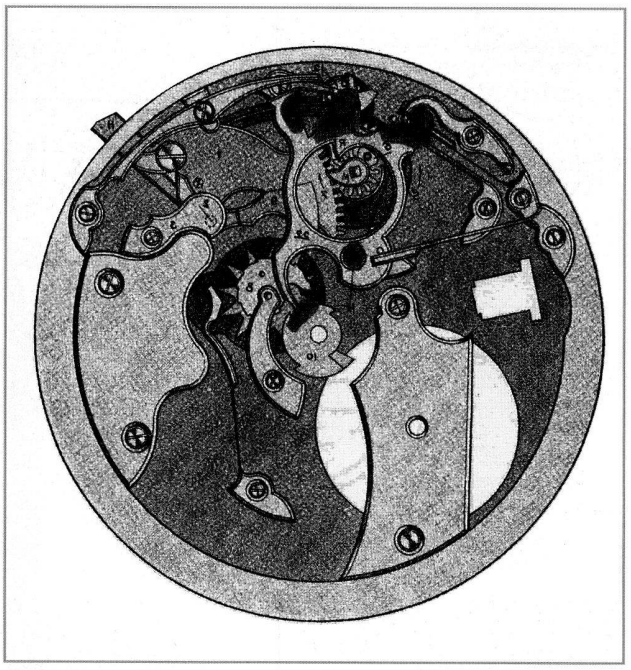


Bild 3: Viertelstundenrepetition-Gesamtplan. (Foto: L. Oechslin)

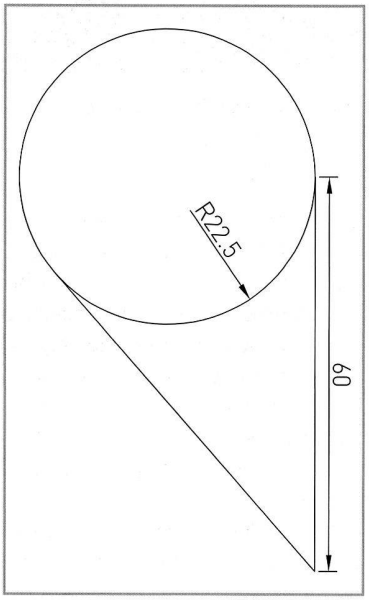


Bild 4: Vorzeichnung eines einfachen Teiles. (Grafik: L. Oechslin)

Bei der Herstellung von Uhrenteilen von Hand, wie sie bis weit in das 19. Jahrhundert gepflegt wurde, wird vereinfacht zwischen drei unterschiedlichen Arbeitsbereichen und drei wesentlichen Arbeitsschritten unterschieden. Die drei Arbeitsbereiche sind:

1. der intellektuell/geistige, der mit der Denkarbeit zu tun hat,
2. der physiologisch/körperliche, der mit der Körperbeherrschung zu tun hat, und
3. der materiell/physische, der mit den Materialien zu tun hat.

Die Arbeitsschritte dagegen sind:

4. die Vorbereitungsphase, in der die Arbeitsbereiche getrennt verfolgt werden,
5. die Herstellungsphase, in der das Uhrenteil gefertigt wird und die Arbeitsbereiche zusammengeführt werden und Hand in Hand gehen, und
6. die Vollendungsphase, in der das Teil einerseits seiner Funktion angepasst und anderseits verschönert wird und neue Einflüsse der verschiedenen Arbeitsbereiche zum Tragen kommen.

Betrachten wir nun die verschiedenen Arbeitsbereiche in der Vorbereitungsphase:

Erstens: Die geistige Vorbereitung kann von einer zündenden Idee oder packenden Fragestellung ausgehend über

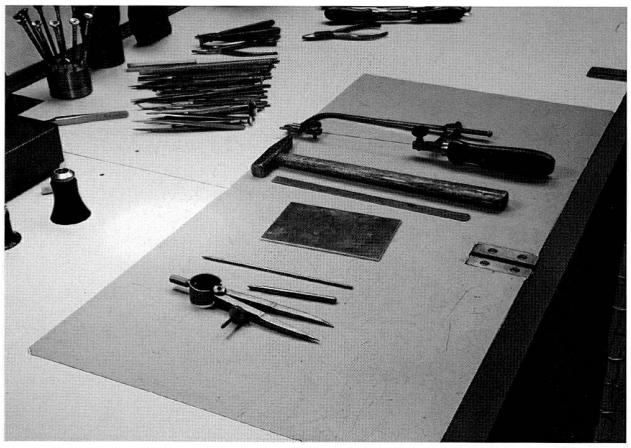


Bild 5: Anreisszirkel, Pointierstift, Anreissnadel, Messingplatte, Lineal, Hammer und Säge. (Foto: L. Oechslin)

Bild 7: Anreissen mit Zirkel. (Foto: L. Oechslin)

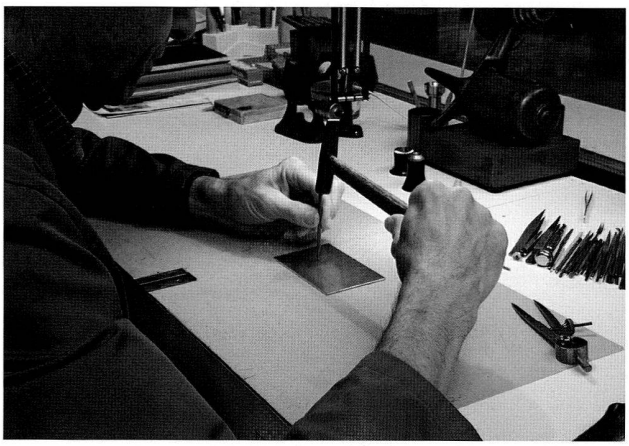


Bild 6: Pointieren mit Pointierstift und Hammer. (Foto: L. Oechslin)

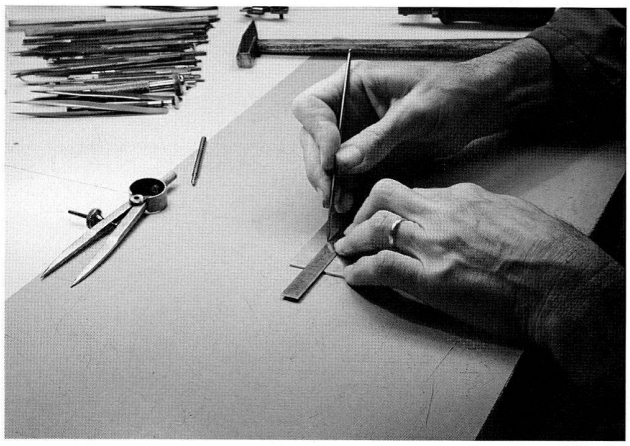


Bild 8: Anreissen mit Lineal und Anreissnadel. (Foto: L. Oechslin)

die Erarbeitung eines Konzeptes mit entsprechenden Problemlösungen bis zur Feinausarbeitung eines Projektes in Einzelplänen gehen.

Eine packende Fragestellung wäre beispielsweise: Wie kann ich eine Konsolenuhr mit Glockenschlag, wie sie etwa als Eisenuhren im 16. Jahrhundert hergestellt wurden, mit denselben Funktionen so klein und leicht machen, dass sie bequem auf dem Körper getragen werden kann?

Hierzu ist das bisherige Konzept der Uhr vollständig neu zu überdenken und zu planen. Man muss sich die Funktion der einzelnen Teile in ihrem gegenseitigen Zusammenhang und Zusammenspiel genauestens vorstellen und diese Vorstellung dann in einem Gesamtplan fassen können. Aus diesem Gesamtplan werden dann die einzelnen Teilpläne für die Teile herauskristallisiert.

Im Folgenden werde ich nun als pars pro toto anhand eines Viertelstundenrechens einer Taschenuhr die Herstellung eines Uhrenteils nachzuvollziehen versuchen. Dazu erlaube ich mir neben dem Viertelstundenrechen die Arbeitsschritte selbst an einem hierfür vereinfachten Messingteil zu zeigen. Der Viertelstundenrechen ist jener Hebel in einer Taschenuhr mit Viertelstundenschlagwerk, mit dessen Hilfe die Schlaghämmer angehoben und fallen gelassen werden.

Zweitens: Für die Herstellung der Teile braucht es geeignetes Material bzw. Halbzeug.

Das Material, aus dem Uhren hergestellt werden, besteht zum grossen Teil aus Eisenmetallen und Messing, einer Kupfer-Zink-Legierung.

Eisen, Kupfer und Zink finden sich in der Natur und werden in Gruben oder Zechen in Form von metallhaltigem Ge-

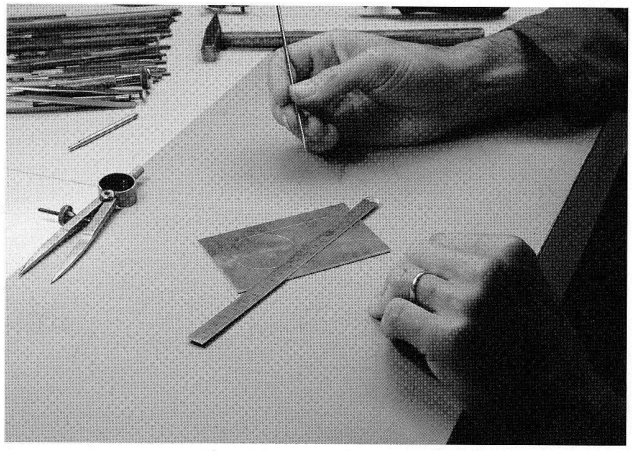


Bild 9: Risslinien auf dem Messingblech. (Foto: L. Oechslin)

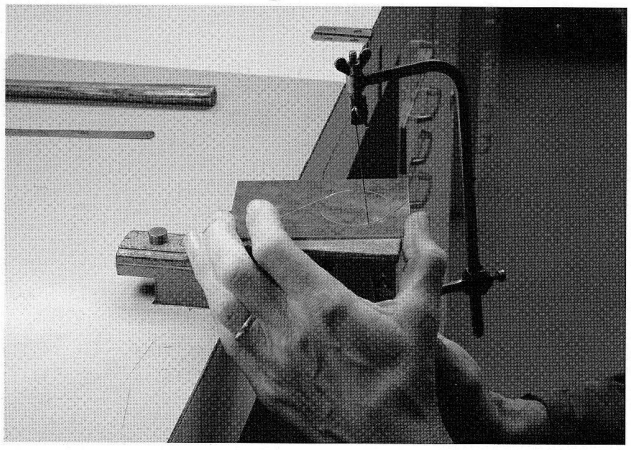


Bild 11: Sägen. (Foto: L. Oechslin)

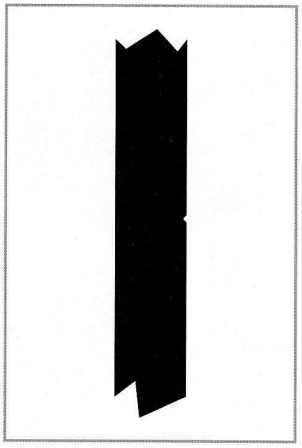


Bild 10: Risslinie im Material. (Grafik: L. Oechslin)

stein abgebaut. Danach wird das Metall vom Gestein getrennt und in verschiedenen Prozessen gereinigt und veredelt. Verschiedene Metalle können zudem zu Legierungen zusammengeschmolzen werden, die ganz bestimmten Anforderungen der Weiterverarbeitung zu genügen haben.

Schliesslich werden diese Metalle und Legierungen in Grundformen gegossen oder gepresst, die dem Handwerker dann zur Herstellung von Teilen dienen können. In der Uhrmacherei sind dies besonders Bleche verschiedener Dicke und Rundformen, Stäbe und Rohre.

Drittens: Der Körper muss auf die Arbeit eingestimmt werden und er muss die geeigneten Erweiterungen und Hilfsmittel in Form von Werkzeugen erhalten.

Langjährige Übung der Handgriffe und Bewegungsabläufe bis zur intuitiven Selbständigkeit und bis zum unwillkürlichen Automatismus derselben (Intelligenz der Hand) ist selbstverständliche und langfristige Voraussetzung. Mittelfristig ist jedoch auch jede viel Kraft erfordernde Handlung, wie Kraftsport oder Klettern, und jede Art von bewusstseinseinschränkenden Lebensumständen, wie etwa Stress oder die Einnahme von Drogen, zu vermeiden. Gesunde und ausgeglichene Ernährung, eine ruhige besinnliche Einstimmung in das Bevorstehende sind der Sache förderlich.

Zu dieser besinnlichen Einstimmung gehört auch die Auseinandersetzung mit den für die Handlung bzw. Herstellung der Teile notwendigen Hilfsmitteln. Um aus einer Messingplatte ein Probeteil herauszuholen oder aus einer Stahlplatte den als Beispiel gewählten Viertelstundenrechen, braucht es in erster Linie einen Pointierstift und Hammer, Zirkel und Lineal, eine Anreissnadel, eine Laubsäge mit Sägeholz, einen Schraubstock und Feilen. Dies sind die Körpererweiterungen, Hilfsmittel oder Werkzeuge. Damit ist knapp zur Vorbereitungsphase gesagt, was es zu sagen gibt.

Die Ausführungsphase oder die Herstellung des Teiles vereint nun in einem einzigen Strom die drei Flüsse der Vorbereitungsphase. Zuerst wird das geplante Teil auf das Material übertragen bzw. auf diesem vorgezeichnet. Dies geschieht durch Punzierung von Koordinaten, Punkten oder Zentren von Kreisen der Geometrie des Planes. Die Kreise werden mit dem Zirkel gezogen und die Linien mit der Anreissnadel über das Lineal angerissen. Die Risslinie sollte die genaue geometrische Form des geplanten Teiles wiedergeben, d.h., von ihrer exakten Übertragung vom Plan auf das Rohteil hängt die Genauigkeit der Ausführung der späteren Arbeiten und dementsprechend des Teiles ab. Dies bedingt vor allem viel Sorgfalt beim Ausführen der Zeichnung auf dem Material. Durch das Anreissen wird auf dem Rohmaterial eine Linie gezogen, die in deren Bereich eine kleine schmale Vertiefung im Material bedeutet. Sodann erfolgt die grobe Entfernung des überflüssigen Materials um das Teil herum

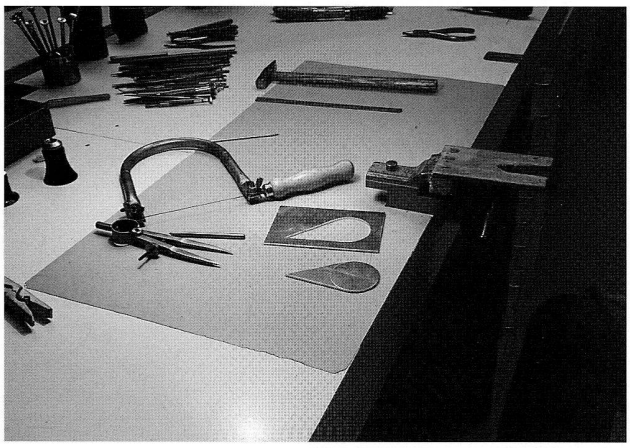


Bild 12: Ausgesägtes Teil. (Foto: L. Oechslin)

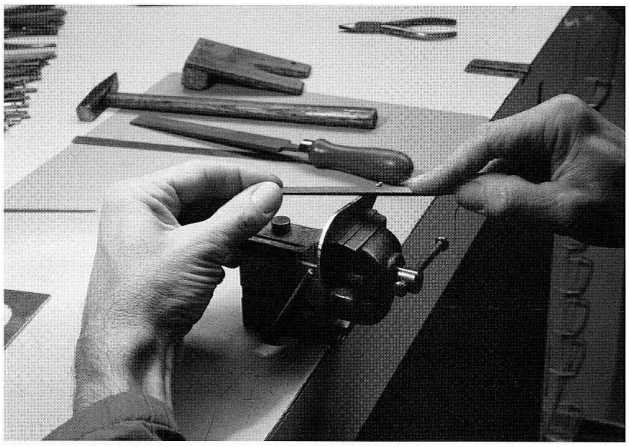


Bild 14: Nachfeilen. (Foto: L. Oechslin)

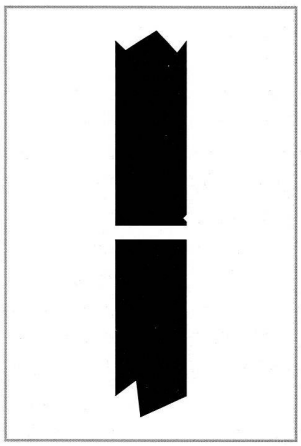


Bild 13: Sägespalt im Material. (Grafik: L. Oechslin)

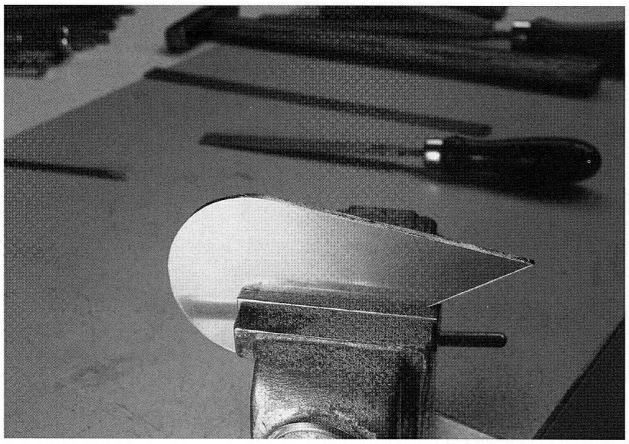


Bild 15: Nachgefeiltes Teil. (Foto: L. Oechslin)

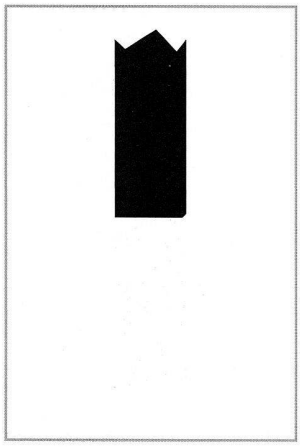


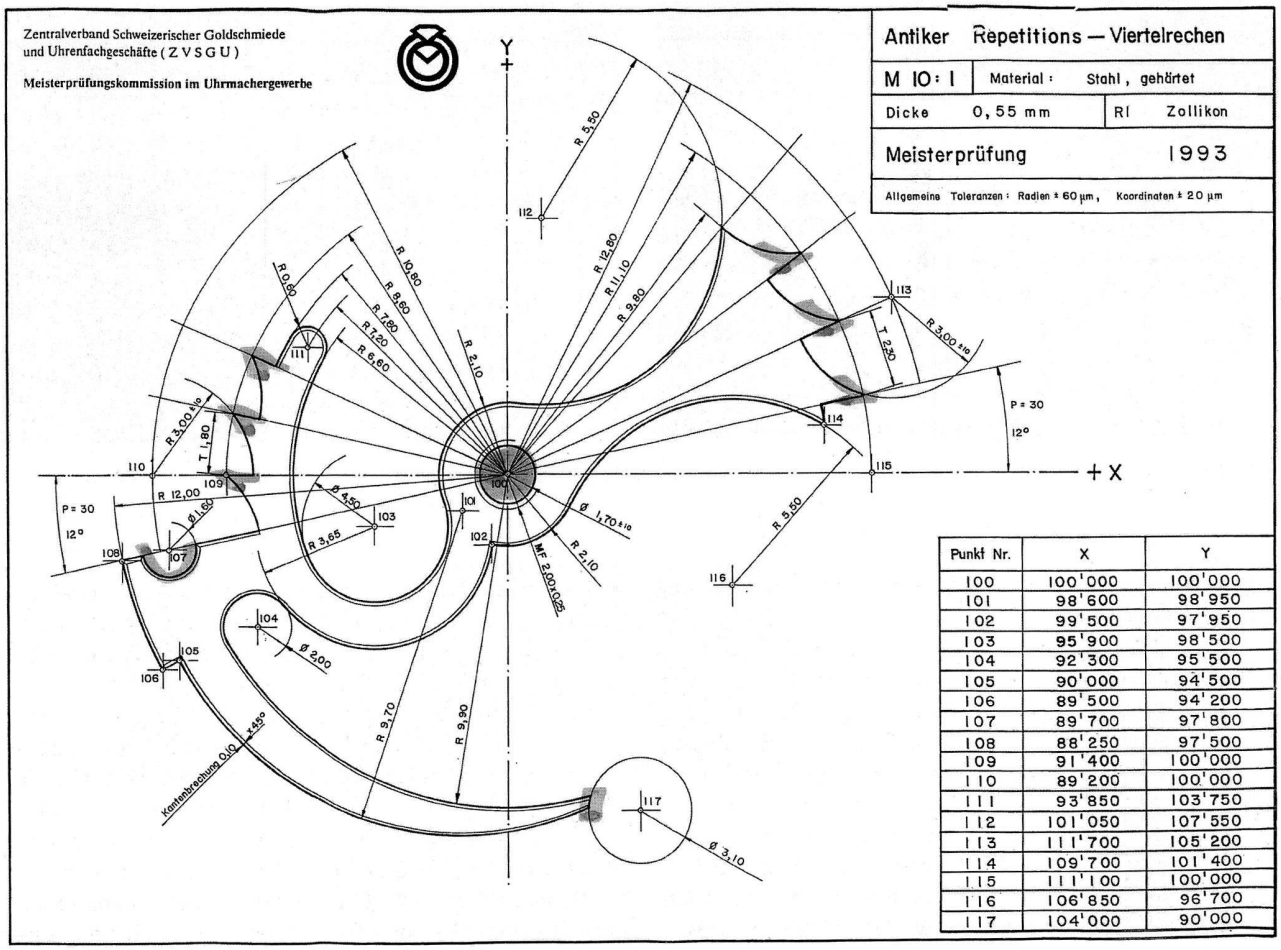
Bild 16: Feilen auf Reisslinie. (Grafik: L. Oechslin)

durch Sägen. Ein schmales Sägeblatt wird mit Auf- und Abbewegungen etwas ausserhalb entlang der gezeichneten Linie geführt, um zunächst jegliche ungewollte Verletzung des Kernmaterials zu vermeiden, das für das Teil bleiben sollte. Je exakter dieser Arbeitsgang erfolgt, desto leichter fällt die Ausführung des nächsten. Ist das Teil ausgesägt, wird es in einem dritten Arbeitsgang nachgefeilt. Über das Feilen wird dem Teil nun das restliche Material genommen, das durch den kleinen Abstand der Säge von der Risslinie noch geblieben ist. Das Feilen sollte bis zur Mitte der Risslinie erfolgen, um dem Teil die gewünschte und geplante Form exakt zu geben.

Dieselben Arbeitsschritte lassen sich nun ebenso an einem Viertelstundenrechen verfolgen, der einst im Rahmen einer Meisterprüfung hergestellt werden musste.
Der Plan im Massstab 10:1 musste auf eine Stahlplatte mit Hilfe von Koordinatenpunkten, Kreisradien und Verbindungslinie in gewünschter Originalgrösse übertragen werden. Sodann erfolgten in diesem Fall als Hilfe für die exakte Formgebung das Ausbohren von Rundteilen und das Aussägen der restlichen Formabschnitte. In einem dritten Schritt wurde das Teil auf Mass gefeilt.

Um nun auf die Präzision zu sprechen zu kommen, möchte ich anhand eines Schnittes durch das behandelte Blech kurz erklären, was im Fall einer guten handwerklichen Arbeit passiert.

Der Anriss hinterlässt zunächst eine kleine lange Vertiefung entlang der geometrischen Form des Teiles. Dieser Riss ist circa ein zehntel Millimeter breit und halb so tief. Der Spalt, den das Sägeblatt hinterlässt, befindet sich dann ungefähr einzehntel bis zweizehntel Millimeter neben dem Riss. Die restlichen zwei- bis dreizehntel Millimeter Material, die nach dem Sägen somit noch über die ideale geome-



Punkt Nr.	X	Y
100	100'000	100'000
101	98'600	98'950
102	99'500	97'950
103	95'900	98'500
104	92'300	95'500
105	90'000	94'500
106	89'500	94'200
107	89'700	97'800
108	88'250	97'500
109	91'400	100'000
110	89'200	100'000
111	93'850	103'750
112	101'050	107'550
113	111'700	105'200
114	109'700	101'400
115	111'100	100'000
116	106'850	96'700
117	104'000	90'000

Bild 17: Plan eines Viertelstundenrechens. (Grafik: L. Oechslin)

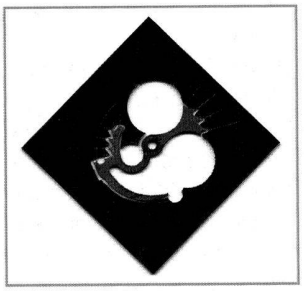


Bild 18: Ausgesägter und vorgebohrter Viertelstundenrechen. (Grafik: L. Oechslin)

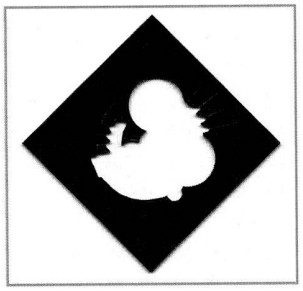


Bild 19: Negativ nach dem Vorbohren und Aussägen. (Grafik: L. Oechslin)

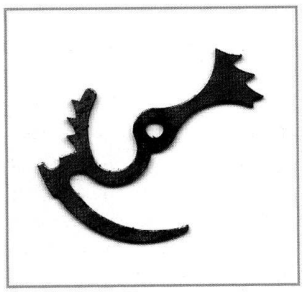


Bild 20: Fertiger Viertelstundenrechen mit altersbedingter Oxydation. (Grafik: L. Oechslin)

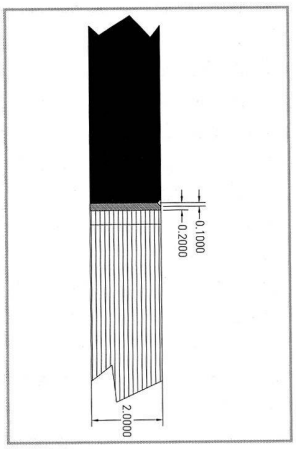


Bild 21: Grössenverhältnisse der Arbeitsschritte in Millimetern. (Grafik: L. Oechslin)

Bild 22: Nachbearbeitung mit der Schmirgellatte. (Foto: L. Oechslin)

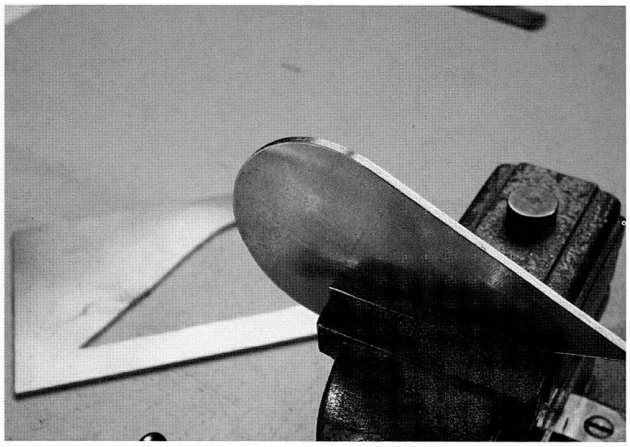


Bild 23: Nachbearbeitete Flanke des Teiles. (Foto: L. Oechslin)

trische Form des Teiles hinausstehen, werden zuletzt mit der Feile entfernt.

Die Präzision der Teile hängt somit zuerst von der exakten Übertragung der Planlinien auf das Rohmaterial durch das Anreissen und dann von der sorgfältigen Ausübung der darauf folgenden Schritte Sägen und Feilen ab. Die Führung der Säge in den genannten Grössenordnungen neben dem Anriss und der Feile mit wenigen exakten Strichen bis zur Formgebung im Hundertstelbereich beruht auf der Zusammenführung von geistiger Kraft durch Willen mit hohem Können beim Führen von Werkzeugen und der richtigen Auswahl des Materials, prägnant gesagt auf Konzentration. Im Idealfall wird diese Konzentration zur Kontemplation und schliesslich zur vertieften Meditation. Die höchste Präzision im Handwerk ist schlussendlich das Ergebnis von guter Vorbereitung und absichtslos gekonnter Ausführung, soweit es die exakte geometrische Formgebung der Teile betrifft. Es gibt aber eine weitere Präzision, die ich hier kurz ansprechen möchte.

Ein exakt geformtes Teil ist lediglich theoretisch auch funktionstüchtig. Im Zusammenspiel mit anderen Teilen erweist es sich zunächst als untauglich, da es gemäss seiner idealen geometrischen Formgebung mit diesen direkt ohne Zwischenraum zusammenstösst. Freie Bewegung verlangt jedoch auch freien Raum zwischen den Teilen, der in der handwerklichen Herstellung von Uhren beim gegenseitigen Ein- und Anpassen der Teile durch weiteres Nachfeilen etwa oder durch Feinschleifen von Funktions- und Berührungspunkten oder -flächen eingefügt wird. Diese Korrektur der geometrischen Präzision des Teiles zu seiner Funktionspräzision relativiert die vorausgehende exakte geometrische Formgebung zugunsten der Funktionsanforderung.

An diesem Punkt sind wir bei der Vollendungsphase angelangt. In Ihr diversifizieren sich die Arbeitsbereiche wieder mehr, ohne sich voneinander zu trennen. Intellektuell-geistig ist hier vor allem das Verständnis für Mechanik einerseits und im materiellen Bereich die praktische Erfahrung bei funktionalen Abläufen anderseits gefragt. Beide tragen zu den bewussten Eingriffen für die Anpassung des Teiles an seine Funktion im Zusammenhang mit anderen Teilen bei. Vernünftiges Abwägen, an welcher Stelle des Teiles und wo an diesem Material abgenommen wird, ist hier ausschlaggebend für den Erfolg. Das Ziel dabei ist ein reibungsloses und genau gegenseitiges Sichbewegen der Teile. Im Gegensatz zur intuitiven Präzision beim geometrisch genauen Herstellen des Teiles haben wir es hier mit einer Präzision der Vernunft, zusammengesetzt aus mechanischem Verständnis und reflektierter Erfahrung in der Praxis, zu tun.

Die Schönheit eines Uhrwerkes ergibt sich genau aus dieser sauberen Funktionalität der Teile, die mit mentaler Kraft zu ihrer Präzision gebracht werden.

Wie der Künstler seinem Bild durch letzte Pinselstriche zur Vollendung verhilft, so der Uhrmacher durch die Verfeinerung der Oberflächen seiner Teile. Diese oberflächliche Verfeinerung der Teile selbst durch Kantenbrechungen, feine Schliffe, Polituren und andere ästhetische Effekte mehr unterstreicht hingegen lediglich die Schönheit der Genauigkeit in der Bearbeitung und in der Funktion der Teile.

In diesem Willen zur schönen Gestaltung der Form und der harmonischen und leichten Bewegung der funktionalen Abläufe zeigt sich die Uhr als Kunstwerk wie jedes andere Objekt, das unter diesem Begriff Anerkennung findet. Sowohl die Intuition wie die Präzision der Vernunft tragen entschieden zum Tiefgang eines solchen Kunstwerkes bei, das aus einer Vereinigung von intellektueller Kraft, Körper- und Werkzeugbeherrschung und materieller Qualität im jeweiligen Uhrenteil zustande kommt.

Bild 24: Vollendete Uhrmacherarbeit: Taschenuhr mit Viertelstundenrepetition, Du Bois, Le Loncle, Anfang 19. Jahrhundert. (Foto: MIH)

Publikationen:

- Die Farnesianische Uhr, Studi e Testi 300–302, Vatikan 1982
- Die Uhr als Modell des Kosmos, Studi e Testi 316, Vatikan 1985 (Dissertation)
- Astronomische Uhren und Welt-Modelle der Priestermechaniker im 18. Jahrhundert, Neuenburg 1996, (Habilitationsschrift)
- Jost Bürgi, Zürich, 2001
- Technik und Kultur, Der Bürgi-Globus, Musée Suisse, Bildband 7, Zürich 2001
- Johann Wolffgang Hartich Meisterstück, Augsburg, La Chaux-de-Fonds 2007