Materielle Biografie einer Pierre Jaquet-Droz zugeschriebenen Orgeluhr, Historisches Museum Basel

Bachelorarbeit vorgelegt von:

Bruno Fröhlich



Zur Erlangung des

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation

Objets scientifiques, techniques et horlogers

Studienjahr 2025-2026

Abgabe der Arbeit: 20.07.2026

Prüfung: 25.08.2026

Seitenzahl: 68 (70'066 Zeichen)

Eigenständigkeitserklärung

« *J'atteste que ce travail est le résultat de ma propre création et qu'il n'a été présenté à aucun autre jury que ce soit en partie ou entièrement. J'atteste également que dans ce texte toute affirmation qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets. L'usage des outils de l'intelligence artificielle doit se faire dans le respect des directives HES-SO et des recommandations de la Haute École Arc.* »

Datum und Unterschrift:

Danksagung

Bei der Entstehung dieser Bachelorarbeit konnte ich auf die wertvolle Unterstützung engagierter Personen und Institutionen zählen.

Die Haute École Arc Conservation-restauration hat mir die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht und mir während des Studiums die fachlichen und methodischen Grundlagen vermittelt, auf denen sie basiert.

Das Historische Museum Basel stellte mir das Studienobjekt zur Verfügung und ermöglichte mir den Zugang zu den Werkstätten und den relevanten Sammlungsunterlagen.

Tobias Schenkel hat die Arbeit fachlich betreut, die Röntgenfluoreszenz-Analyse durchgeführt und mir mit präzisen Rückmeldungen wichtige Impulse gegeben. Seine Begleitung hat die Entwicklung der Arbeit wesentlich geprägt.

Alice Gerber und Janine Meier vom Historischen Museum Basel standen mir bei der Untersuchung des Objekts, bei organisatorischen Fragen und bei der Recherche in den Sammlungsunterlagen zur Seite. Ihre Offenheit und ihre unkomplizierte Art haben die Zusammenarbeit besonders angenehm gemacht.

Estelle Fallet und Gabrielle Minot-Matot ermöglichten mir am Musée d'art et d'histoire Genève den Zugang zu relevanten Vergleichsobjekten und nahmen sich Zeit für den fachlichen Austausch zur Werkstattgeschichte von Jaquet-Droz.

Stefan Kraus erstellte die technischen Zeichnungen. John Joseph begleitete die Tonaufnahmen, Georg Demel übernahm die musikwissenschaftliche Beurteilung der Melodien. Mijan Meschgang, Carsten Weber und Gesa Bernges halfen bei der Bestimmung und Einordnung der verwendeten Materialien.

Das Collège du travail de diplôme Bachelor, bestehend aus Laura Brambilla, Bluenn Boulangé, Thierry Jacot, Tobias Schenkel und Alice Gerber, setzte sich kritisch mit den Fragestellungen, Methoden und Ergebnissen dieser Arbeit auseinander.

Meine Familie gab mir während des Studiums und besonders in der intensiven Abschlussphase Rückhalt und verlässliche Unterstützung.

Dafür und für alle weiteren Beiträge zu dieser Arbeit bin ich sehr dankbar.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **4**

Résumé **5**

Abstract **6**

1. Einleitung **8**

2. Forschungsrahmen **10**

2.1 Stand der Forschung *10*

2.2 Objektbiografie als methodischer Ansatz *12*

3. Das Objekt und sein Kontext **14**

3.1 Provenienz und Sammlungsgeschichte *14*

3.2 Objektbeschreibung und aktueller Zustand *15*

3.3 Funktionsweise der Mechanik *18*

4. Methodik **25**

4.1 Materielle Befundaufnahme *25*

4.2 Typologischer Vergleich *26*

4.3 Röntgenfluoreszenz-Analyse (XRF) *28*

4.4 Mikroskopische Untersuchung *29*

5. Eingriffsphasen **30**

5.1 Gehäuse und dekorative Elemente *30*

5.2 Uhrwerk mit Schlagwerk *40*

5.3 Energiespeicher und Kraftübertragung des Orgelmechanismus *45*

5.4 Orgelmechanismus mit Stiftwalze *48*

5.5 Synthese: Biografie des Objekts *54*

6. Funktioneller Zustand und konservatorische Konsequenzen **60**

6.1 Erhebung des funktionellen Zustands *60*

6.2 Risiken *61*

6.3 Empfehlungen *61*

7. Diskussion der Ergebnisse **62**

7.1 Aussagekraft und Grenzen der Untersuchung *62*

7.2 Methodische Reflexion *62*

7.3 Weiterführende Forschung *62*

8. Fazit **63**

9. Literaturverzeichnis **64**

10. Abbildungsverzeichnis **68**

11. Bildnachweis **70**

Zusammenfassung

Die um 1780 datierte Orgeluhr HMB 1982.1134 des Historischen Museums Basel wurde von Ackermann (1984) Pierre Jaquet-Droz zugeschrieben, trägt jedoch keine Signatur. Auch ihre mehr als zweihundertjährige Interventionsgeschichte ist nur lückenhaft dokumentiert. Die vorliegende Arbeit folgt deshalb den Spuren am Objekt selbst: Überarbeitete Oberflächen, Reparaturen, Materialwechsel und funktionelle Abweichungen werden als Zeugnisse seiner materiellen Biografie untersucht. Ziel ist es, frühere Eingriffsphasen zu rekonstruieren, die Zuschreibung kritisch zu prüfen und den funktionellen Zustand im Hinblick auf konservatorische Konsequenzen zu bewerten.

Der methodische Rahmen orientiert sich am objektbiografischen Ansatz nach Bonnot (2015). Die Untersuchung verbindet materielle Befundaufnahme und Fotodokumentation mit der partiellen Demontage des Orgelmechanismus, typologischen Vergleichen dreier Referenzobjekte, Röntgenfluoreszenz-Analyse und mikroskopischer Untersuchung.

Die Auswertung gliedert die Objektgeschichte in vier Phasen zwischen der Herstellung um 1780 und der konservatorischen Untersuchung 2026. Wichtige Anhaltspunkte für die zeitliche Einordnung bilden eine chromhaltige Überlackierung, der Ersatz des Innentextils, Reparaturen an mechanischen Bauteilen und vermutlich epoxidharzhaltige Klebespuren. Konstruktive und materielle Parallelen zu den Referenzobjekten stützen eine Zuschreibung an die Werkstatt Jaquet-Droz; eine eindeutige Zuordnung zu Pierre oder Henri-Louis Jaquet-Droz bleibt jedoch offen.

Uhr- und Schlagwerk sind weitgehend vollständig, aufgrund gealterter Schmierstoffe jedoch nicht zuverlässig betriebsfähig. Die Stiftwalze ist konstruktiv für acht Melodien ausgelegt; sieben Melodien konnten dokumentiert werden. Zugleich ist die Windversorgung des Orgelmechanismus unzureichend. Wegen des zu erwartenden Verschleisses sowie möglicher Schädlings- und Bleikorrosionsrisiken wird von einer dauerhaften Wiederinbetriebnahme abgeraten. Empfohlen werden kontrollierte Lagerbedingungen, integriertes Schädlingsmanagement und punktuelle Aktivierungen zu Dokumentationszwecken nur nach konservatorischer Vorbereitung.

Die Untersuchung zeigt, dass Reparaturen, Funktionsverluste und materielle Unstimmigkeiten nicht nur Abweichungen von einem vermeintlichen Originalzustand darstellen, sondern zentrale Quellen für das Verständnis und die zukünftige Erhaltung der Orgeluhr sind.

Résumé

La pendule à orgue HMB 1982.1134 du Historisches Museum Basel, datée des environs de 1780, a été attribuée par Ackermann (1984) à Pierre Jaquet-Droz, mais ne porte aucune signature. Son histoire d'interventions, longue de plus de deux siècles, n'est documentée que de manière lacunaire. Le présent travail suit donc les traces relevées sur l'objet même : les surfaces retravaillées, les réparations, les remplacements de matériaux et les écarts fonctionnels sont examinés en tant que témoins de sa biographie matérielle. L'objectif est de reconstituer les phases d'intervention antérieures, d'examiner de manière critique l'attribution et d'évaluer l'état fonctionnel au regard de ses implications pour la conservation.

Le cadre méthodologique s'appuie sur l'approche biographique de l'objet selon Bonnot (2015). L'étude combine un examen matériel et une documentation photographique avec le démontage partiel du mécanisme d'orgue, des comparaisons typologiques avec trois objets de référence, une analyse par fluorescence X (XRF) et une observation microscopique.

L'analyse répartit l'histoire de l'objet en quatre phases, entre sa fabrication vers 1780 et l'étude en conservation de 2026. Les principaux indices de datation sont une surcouche de vernis contenant du chrome, le remplacement de la doublure textile intérieure, des réparations sur des composants mécaniques et des traces d'adhésif présumées à base de résine époxyde. Des parallèles structurels et matériels avec les objets de référence soutiennent une attribution à l'atelier Jaquet-Droz ; une attribution univoque à Pierre ou à Henri-Louis Jaquet-Droz reste toutefois ouverte.

Le mouvement d'horlogerie et la sonnerie sont largement complets, mais leur fonctionnement fiable n'est plus assuré en raison des lubrifiants dégradés. Le cylindre à picots est conçu pour huit airs ; sept airs ont pu être documentés. Par ailleurs, l'alimentation en vent du mécanisme d'orgue est insuffisante. Compte tenu de l'usure attendue ainsi que des risques potentiels d'infestation biologique et de corrosion du plomb, une remise en service durable est déconseillée. Sont recommandées : des conditions de conservation contrôlées, une gestion intégrée des nuisibles (IPM) et des activations ponctuelles à des fins documentaires, uniquement après une préparation préalable en conservation.

L'étude démontre que les réparations, les pertes de fonctionnalité et les incohérences matérielles ne représentent pas seulement des écarts par rapport à un état original présumé, mais constituent des sources essentielles pour la compréhension et pour la préservation future de la pendule à orgue.

Abstract

The organ clock HMB 1982.1134 of the Historisches Museum Basel, dated around 1780, was attributed by Ackermann (1984) to Pierre Jaquet-Droz but bears no signature. Its intervention history, spanning more than two centuries, is only fragmentarily documented. The present study therefore follows the traces on the object itself: reworked surfaces, repairs, material replacements, and functional deviations are examined as testimonies of its material biography. The aim is to reconstruct earlier phases of intervention, to critically re-examine the attribution, and to assess the functional state with regard to its implications for conservation.

The methodological framework draws on the object-biographical approach of Bonnot (2015). The investigation combines material examination and photographic documentation with a partial disassembly of the organ mechanism, typological comparisons with three reference objects, X-ray fluorescence analysis (XRF), and microscopic examination.

The analysis divides the object's history into four phases, between its manufacture around 1780 and the conservation study of 2026. Key indicators for chronological placement include a chromium-containing overpaint, the replacement of the interior lining textile, repairs to mechanical components, and adhesive traces presumably based on epoxy resin. Structural and material parallels with the reference objects support an attribution to the Jaquet-Droz workshop; however, an unambiguous attribution to either Pierre or Henri-Louis Jaquet-Droz remains open.

The clock movement and striking mechanism are largely complete but not reliably operational due to aged lubricants. The pinned barrel is designed for eight airs; seven airs were documented. At the same time, the wind supply of the organ mechanism is insufficient. In view of the expected wear as well as potential risks of pest infestation and lead corrosion, sustained reactivation is not recommended. Recommendations include controlled storage conditions, integrated pest management (IPM), and occasional activations for documentation purposes only after prior conservation treatment.

The investigation demonstrates that repairs, functional losses, and material inconsistencies do not merely represent deviations from a presumed original state, but constitute essential evidence for understanding and for the future preservation of the organ clock.

Corrigendum

27.10.2026

Das vorliegende Corrigendum listet die Korrekturen auf, welche nach der Verteidigung vom 25. August 2026 aufgrund der Rückmeldung des Collège du travail de diplôme Bachelor vorgenommen wurden. Die Seitenangaben beziehen sich auf die abgegebene Fassung vom 20. Juli 2026. Stilistische Verbesserungen sowie berichtigte Tipp- und Grammatikfehler sind nicht aufgeführt.

S. 10: Der Stand der XRF-Untersuchungen an historischen Uhrwerken wurde korrigiert und mit Literaturverweisen ergänzt.

S. 16, 36 und 59 sowie Fig. 22: Die Beschreibung der Problematik der Gehäusefüsse wurde berichtigt. Die Füsse sind nicht verformt, sondern bezüglich der Auflagefläche verschoben.

S. 24: Der Verweis auf ECCO Art. 8 mit Bezug auf die Reversibilität wurde präzisiert und auf Art. 9 erweitert.

S. 29: Die XRF-Messwerte am Aussenlack werden als Signalverhältnisse und nicht mehr als Zusammensetzung beschrieben.

S. 56: Das verwendete Schmiermittel wurde benannt.

S 69: Der Bildnachweis der Aufnahme des Vergleichsobjekts Koller Lot 1125 wurde korrigiert.

1. Einleitung

Die Orgeluhr HMB 1982.1134 aus dem Bestand des Historischen Museum Basel (HMB) weist eine zweihundertjährige Interventionsgeschichte auf, die nur unzureichend dokumentiert ist. Da schriftliche Restaurierungsberichte weitgehend fehlen, bildet das Objekt selbst die zentrale Quelle für die Rekonstruktion seiner materiellen Biografie. Sichtbare Spuren von Demontagen, Reparaturen, Materialersatz und Funktionsverlusten ermöglichen es, frühere Veränderungen zumindest teilweise nachzuvollziehen.
Orgeluhren verbinden die Zeitanzeige und das Schlagwerk mit einem mechanischen Orgelspielwerk. Das Studienobjekt wurde von Ackermann der Werkstatt beziehungsweise Pierre Jaquet-Droz (1721 bis 1790) zugeschrieben (Ackermann 1984, S. 100) und um 1780 datiert. Es trägt jedoch keine Werksignatur. Die Werkstatt Jaquet-Droz zählt zu den bedeutendsten Zentren der schweizerischen Uhrmacherei des späten 18. Jahrhunderts (Chapuis 1917; Girardier 2020). Das Objekt gelangte 1982 mit der Sammlung Nathan-Rupp in den Bestand des HMB und wurde 1984 katalogisiert. Ziel der Arbeit ist es, die materiell und dokumentarisch fassbaren Interventionsphasen der Orgeluhr zu rekonstruieren, ihren funktionellen Zustand zu bewerten und daraus konservatorische Empfehlungen abzuleiten.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

Forschungsfrage I: Welche materiellen und dokumentarischen Hinweise ermöglichen die Rekonstruktion und zeitliche Einordnung der Interventionsphasen an der Orgeluhr?

Forschungsfrage II: Wie ist der funktionelle Zustand der Orgeluhr zu bewerten, und welche Konsequenzen ergeben sich daraus für ihre Konservierung?

Der methodische Rahmen orientiert sich am objektbiografischen Ansatz nach Bonnot (2015). Das Objekt wird als Träger sozialer und materieller Transformationen verstanden. Methodisch verbindet die Arbeit die direkte materielle Untersuchung und Dokumentation mit einem typologischen Vergleich dreier Referenzobjekte, mikroskopischen Beobachtungen, Röntgenfluoreszenz-Analysen (XRF) und einer begrenzten funktionellen Prüfung.

Eine vollständige Wiederinbetriebnahme ist nicht das Ziel der Arbeit. Untersucht werden vielmehr die erhaltenen Funktionszusammenhänge, die bestehenden Blockaden sowie Risiken, die mit einem weiteren Betrieb verbunden wären.

Nach der Darstellung des Forschungsrahmens und des Objektkontexts werden die angewandten Untersuchungsmethoden erläutert. Anschliessend werden die materiellen Befunde nach den funktionalen Baugruppen ausgewertet, zu Interventionsphasen zusammengeführt und im Hinblick auf den funktionellen Zustand sowie die konservatorischen Konsequenzen diskutiert.

2. Forschungsrahmen

2.1 Stand der Forschung

Der Forschungsstand gliedert sich in drei für die Untersuchung relevante Bereiche: die Forschung zur Werkstatt Jaquet-Droz und ihrer Produktion, die Konservierung funktionaler uhrmacherischer Objekte sowie die Anwendung der XRF-Analyse an historischen Metallen.

Die Geschichte und Produktion der Werkstatt Jaquet-Droz in La Chaux-de-Fonds wurden zunächst von Chapuis (1917) technikgeschichtlich aufgearbeitet und von Girardier (2020) auf einer erweiterten Quellenbasis neu untersucht. Die erhaltenen Werkstattunterlagen geben Einblick in Produktion, Arbeitsteilung und Vertrieb der Uhren. Historische Dokumente liefern Hinweise auf zeitgenössische Materialien und Oberflächenbehandlungen. Für die Nathan-Rupp-Sammlung und das Studienobjekt HMB 1982.1134 bildet der Katalog von Ackermann (1984, S. 100) die zentrale publizierte Quelle. Materielle Einzelstudien, die konkrete Orgeluhren systematisch auf Werkstattspuren, spätere Eingriffe und ihren funktionalen Zustand untersuchen, liegen bislang jedoch kaum vor. An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an.

Die Konservierung funktionaler uhrmacherischer Objekte bildet den zweiten Forschungsbereich. Moss diskutiert die Risiken der Wiederinbetriebnahme von historischen Uhren. Er verweist darauf, dass jeder Betrieb zu Reibung, Verschleiss und fortschreitendem Materialverlust, insbesondere an Zapfen, Lagerstellen und der Hemmung führt (Moss 2003, S. 2-3). Den ethischen Rahmen bilden die Berufsrichtlinien ECCO (2003), insbesondere Art. 8, die Grundsätze des minimalen Eingriffs, Art. 9, der Reversibilität, Art. 15, kein Materialverlust und Art. 16, der beim Konflikt zwischen sozialer Nutzung und Erhaltung die Erstellung von Reproduktionen empfiehlt. Diese Positionen bilden die Grundlage für die spätere Bewertung des funktionalen Zustands und der Risiken einer Wiederinbetriebnahme.

Den dritten Forschungsbereich bildet die Anwendung der XRF-Analyse an historischen Metallen. Shugar und Mass (2012) beschreiben XRF als zerstörungsfreies Verfahren zur qualitativen bis halbquantitativen Bestimmung der elementaren Zusammensetzung. Die Interpretation wird jedoch durch Korrosionsprodukte, Beschichtungen, Oberflächenverschmutzungen, Messgeometrie und die begrenzte Eindringtiefe beeinflusst. Für

das Studienobjekt ist das Verfahren insbesondere zur Differenzierung von Kupferlegierungen, zur Untersuchung der Zinn-Blei-Zusammensetzung der Orgelpfeifen, zum Nachweis von Quecksilber als möglichen Hinweis auf Feuervergoldung und zur Identifizierung anorganischer Pigmente relevant. Selwyn liefert ergänzend die Materialchemie und die Belege für die klanglich gewollte Heterogenität der Sn-Pb-Verhältnisse der Pfeifen (grössere Pfeifen mit hohem Zinnanteil, kleinere mit erhöhtem Bleianteil) (Selwyn 2004, S. 143), Hg-Nachweis als Nachweis für Feuervergoldung (Selwyn 2004, S. 77) und die Korrosionsbedrohung der Bleikomponenten durch Essigsäureemissionen aus Holzbauteilen (Selwyn 2004, S. 119-120). Publizierte XRF-Untersuchungen an historischen Uhren liegen nur vereinzelt vor (Burgess 2014; Heginbotham et al. 2018).

Zusammen bilden die drei Forschungsbereiche den fachlichen Rahmen der Arbeit. Die Forschung zur Werkstatt Jaquet-Droz ermöglicht die historische und typologische Einordnung, die Literatur zur Konservierung funktionaler Objekte dient der Bewertung des heutigen Zustands und die materialanalytischen Grundlagen unterstützen die Identifikation und zeitliche Einordnung von Veränderungen. Die Verbindung dieser Perspektiven schafft die Voraussetzung, die Orgeluhr sowohl als technisches Funktionsobjekt als auch als materiellen Träger ihrer eigenen Veränderungsgeschichte zu untersuchen.

2.2 Objektbiografie als methodischer Ansatz

Restaurierungs- und Konservierungsdokumentationen erfassen die Geschichte eines Objektes meist aus der Perspektive nachweisbarer Eingriffe und Zustandsveränderungen. Der objektbiografische Ansatz erweitert diese Sicht, indem er nicht allein einzelne Massnahmen, sondern die wechselnden Funktionen, Bedeutungen und materiellen Transformationen eines Objekts betrachtet. Thierry Bonnot versteht das Objekt dabei als biografischen Träger einer Folge sozialer und materieller Veränderungen.

Der Ansatz nach Bonnot bildet den methodischen Rahmen, um die beiden Forschungsfragen miteinander zu verbinden. Ziel ist nicht die Rekonstruktion eines vermeintlich vollständig gesicherten Originalzustands. Untersucht wird vielmehr, welche materiellen und funktionalen Veränderungen am Objekt nachweisbar sind und wie diese seine heutige Gestalt, Funktion und Erhaltung prägen. Bonnot formuliert diesen Fokus folgendermassen: « Ce qui doit occuper le chercheur, ce n'est pourtant pas la linéarité, la continuité et le « sens » de la biographie de l'objet, mais au contraire les ratés, les blocages, les bifurcations. » (Bonnot 2015, §33)[1].

Drei Begriffe strukturieren diese Perspektive. *Bifurcations* bezeichnen Wendepunkte beziehungsweise Bruchstellen, an denen sich Status, Funktion, Nutzungskontext oder Bedeutung des Objekts ändern. *Ratés* umfassen sichtbare Spuren von Reparaturen, welche das Objekt verändern und *Blocages* bezeichnen Zustände oder Phasen, in denen Nutzung oder Funktion eingeschränkt beziehungsweise unterbrochen sind. Für das Studienobjekt werden diese Begriffe als analytisches Raster übertragen. Als *bifurcations* gelten unter anderem funktionale Veränderungen, Reparaturphasen und die Aufnahme in die Museumssammlung. Als *ratés* werden materielle Unstimmigkeiten, Beschädigungen und Spuren früherer Eingriffe erfasst. Als *blocages* gelten die heute feststellbaren mechanischen Blockierungen und Funktionsverluste.

Bonnot grenzt sich ausdrücklich von der Vorstellung einer in sich geschlossenen, zwangsläufig auf einen bestimmten Endzustand zulaufenden Biografie ab (Bonnot 2015, §32). Kein

[1] Übersetzung des Verfassers: « Was die Forschenden beschäftigen sollte, ist nicht die Linearität, die Kontinuität und der «Sinn» der Objektbiografie, sondern vielmehr ihre Brüche, die Blockierungen und Wendepunkte. »

Objektstatus ist definitiv, bereits die Aufnahme der Uhr in eine Sammlung ist ein weiterer biografischer Wendepunkt.

Eine historische uhrmacherische Perspektive auf frühere Eingriffe findet sich bereits bei Chapuis (1917, S. 200-205) im frühen 20. Jahrhundert. Er unterscheidet zwischen kompetenten *rhabilleurs*, also Restauratoren, die Werkstattspuren mit datierten Inschriften hinterlassen, und *massacreurs,* deren Eingriffe Funktionen beeinträchtigen oder historische Substanz verändern. Anders als Bonnot formuliert Chapuis keinen objektbiografischen Ansatz. Sein Vokabular zeigt jedoch, dass Reparaturen und ihre materiellen Spuren bereits in der frühen uhrmacherischen Forschung als Teil der Geschichte des Objekts wahrgenommen wurden.

Bonnot betont zudem, dass die Position des Forschenden nicht vollständig aus der Analyse ausgeschlossen werden kann (Bonnot 2015, §35). Für die vorliegende Arbeit ist dies besonders relevant, da der Verfasser sowohl über einen uhrmacherischen Hintergrund verfügt als auch aus konservatorischer Sicht argumentiert. Das technische Wissen ermöglicht eine differenzierte Beurteilung der mechanischen Zusammenhänge, kann jedoch zugleich die Wiederherstellung von Funktion als scheinbar selbstverständliches Ziel erscheinen lassen. Dieser mögliche Zielkonflikt wird bei der Bewertung des funktionellen Zustands und der Formulierung der konservatorischen Empfehlungen ausdrücklich reflektiert.

3. Das Objekt und sein Kontext

3.1 Provenienz und Sammlungsgeschichte

Die dokumentierte Geschichte des Studienobjekts beginnt mit der Übernahme der Sammlung Nathan-Rupp durch das HMB im Sommer 1982. Seit seiner Aufnahme in den Museumsbestand trägt das Objekt die Inventarnummer HMB 1982.1134. Im Jahr 1984 erschienenen im Sammlungskatalog bezeichnete Hans Christoph Ackermann die Uhr als «Stutzuhr mit Orgelspielwerk» und führte sie unter der Katalognummer 66[2]. Er datierte sie um 1780, verortete sie in La Chaux-de-Fonds und schrieb sie Pierre Jaquet-Droz zu (Ackermann 1984, S. 100). Diese Zuschreibung wird in der Arbeit weiter gefasst und als Zuschreibung an die Werkstatt Jaquet-Droz untersucht.

Die Sammlung geht auf den Basler Bankier Carl Nathan (1891 bis 1980) zurück. Er begann seine Sammlungstätigkeit 1951 und konzentrierte sich zunächst auf Grossuhren, bevor er die Sammlung ab Mitte der 1960er Jahre um Taschen- und Formuhren erweiterte. Sein letzter dokumentierter Ankauf erfolgte 1976. Bei ihrer Übernahme durch das HMB umfasste die Sammlung Uhren des 16. bis 19. Jahrhunderts aus einem geographischen Raum «von Europa über Indien bis zum Fernen Osten» (Ackermann 1984, S. 8).

Innerhalb der Sammlung nimmt das Studienobjekt eine besondere Stellung ein, da es das einzige von Ackermann Pierre Jaquet-Droz zugeschriebene Stück ist. Ein weiteres Objekt der Sammlung, eine Automatenuhr mit Singvogel, wird ebenfalls mit der Werkstatt Jaquet-Droz oder den *Rochat frères* in Verbindung gebracht (Ackermann 1984, S. 95).

Die Provenienz der Orgeluhr vor ihrer Aufnahme in die Sammlung Carl Nathans ist in Ackermanns Katalog nicht dokumentiert und konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht rekonstruiert werden. Auch der genaue Zeitpunkt und die Umstände ihres Erwerbs durch Carl Nathan bleiben bislang offen. Im untersuchten Aktenbestand des HMB fanden sich weder ältere, mit dem Objekt überlieferte Restaurierungsberichte noch Dokumentationen zu Eingriffen seit seiner Aufnahme ins Museum. Ebenso konnten keine Hinweise auf Ausstellungen oder externe Leihgaben nachgewiesen werden.

[2] Anhang, Fig. 1-2, S. 2-3.

Die Aufnahme in die Privatsammlung und später in den Bestand des HMB markieren zwei dokumentierte Wendepunkte der Objektbiografie. Aufgrund der Lücken in der schriftlichen Überlieferung kann die Interventionsgeschichte nicht allein anhand dokumentarischer Quellen rekonstruiert werden. Kapitel 5 untersucht deshalb die am Objekt erhaltenen materiellen Spuren und ordnet sie möglichen Eingriffsphasen zu.

3.2 Objektbeschreibung und aktueller Zustand

Das Studienobjekt HMB 1982.1134 (Fig. 1) befindet sich im Bestand des HMB und wird im Museumsdepot aufbewahrt. Es handelt sich um eine Stutzuhr mit Schlag- und Orgelspielwerk in einem Gehäuse englischer Bauart («pendule à l'anglaise»). Ackermann datierte das Objekt um 1780, verortete seine Herstellung in La Chaux-de-Fonds und schrieb es Pierre Jaquet-Droz zu (Ackermann 1984, S. 100).



Fig. 1 : *Gesamtansicht der Orgeluhr HMB 1982.1134.*

Das hochrechteckige Holzgehäuse ist aussen schwarz und innen rot gefasst und mit vergoldeten dekorativen Bronzen in Louis-XVI-Formensprache versehen. Die Vorderseite wird durch ein weisses Emailzifferblatt (mit römischen Ziffern für die Stunden und arabischen Ziffern

für die Minuten), ein darunterliegendes durchbrochenes Ziergitter und vergoldete Blatt-, Blüten- und Girlanden Ornamente bestimmt. Den oberen Abschluss bildet eine bekrönte Urne. Zwei seitliche und eine rückwärtige Tür ermöglichen den Zugang zu den mechanischen Komponenten (Fig. 2); ihre durchbrochenen Gitter sind mit einem rosafarbenen Textil hinterlegt[3].



Fig. 2 : *Rückseite der Orgeluhr.*

Im oberen Teil des Gehäuses befinden sich das Uhrwerk und das darin integrierte Schlagwerk auf zwei Glocken (Fig. 3). Der darunterliegende Bereich enthält den separaten Federantrieb des Orgelspielwerks mit doppeltem Schneckenantrieb, die Kraftübertragung, die hölzerne Stiftwalze, den Ventilmechanismus, den Blasebalg und siebzehn Pfeifen. Die Stiftwalze weist acht Melodiepositionen auf; im Rahmen der funktionellen Untersuchung konnten sieben Melodien nachgewiesen werden. Das Uhrwerk steuert die zeitabhängige Auslösung, während das Orgelwerk über einen eigenen Energiespeicher angetrieben wird. Die genaue Funktionsweise wird in Kapitel 3.3 erläutert.

[3] Anhang, Fig. 3-8, S. 4-9.

Der Erhaltungszustand ist weitgehend vollständig. An metallischen Bauteilen sind überwiegend stabile Oberflächen festzustellen; lokal tritt am Schlagwerk Korrosion auf. Die feuervergoldeten Verzierungen weisen vereinzelte Risse und Abriebstellen auf. An drei der vier Füsse des Holzgehäuses fehlt die Befestigungsschraube. Diese Füsse sind gegenüber ihrer Auflagefläche seitlich verschoben. Seit Juni 2026 wird das Objekt deshalb durch eine angepasste Ethafoam®-Unterstützung stabilisiert. Das Leder des Blasebalgs ist leicht versprödet und einzelne Wippenpolster beginnen sich zu lösen; zwei wurden im Juni 2026 gesichert. Am Emailzifferblatt sind sieben ältere Retuschen erkennbar. Die textile Innenauskleidung ist intakt, besteht jedoch vermutlich nicht aus dem ursprünglichen Fasermaterial. Die detaillierte Befundauswertung erfolgt in Kapitel 5.1 bis 5.4, die funktionelle Bewertung in Kapitel 6.1.

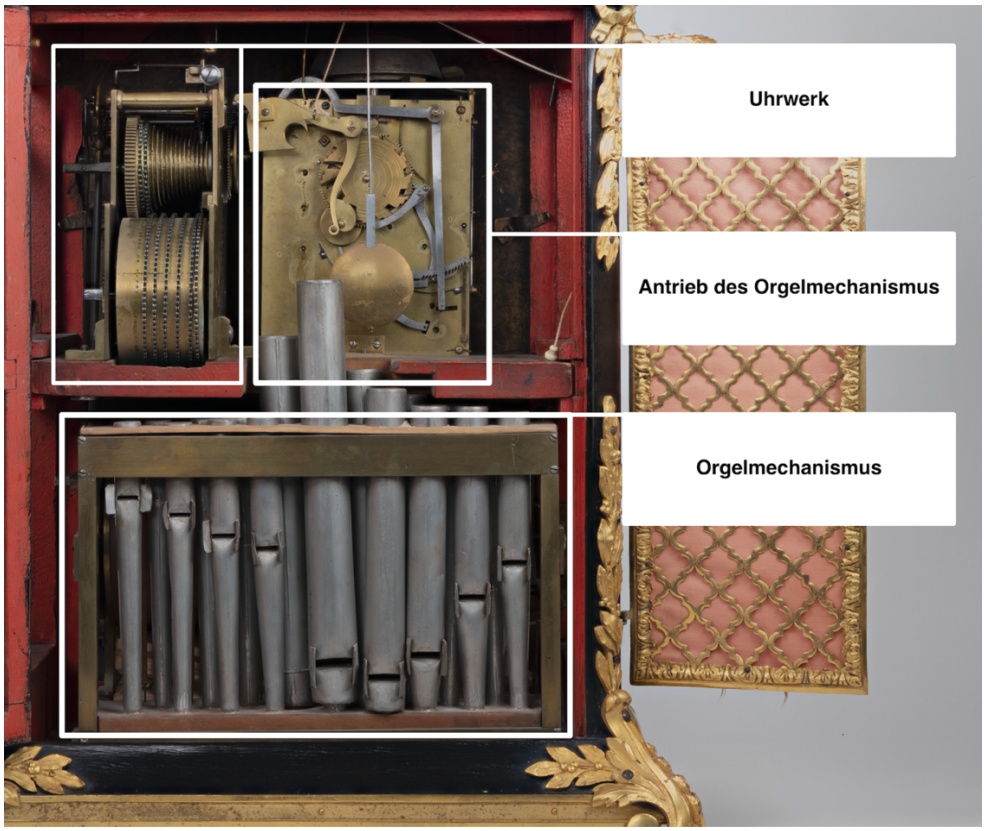


Fig. 3 : Ansicht vom Uhrwerk, Antrieb des Orgelmechanismus und Orgelmechanismus.

3.3 Funktionsweise der Mechanik

Die Beschreibungstiefe der drei mechanischen Module ist unterschiedlich. Der Orgelmechanismus konnte im Rahmen der Untersuchung demontiert, gereinigt und detailliert dokumentiert werden. Das Uhrwerk mit Schlagwerk sowie der Energiespeicher und die Kraftübertragung des Orgelspielwerks wurden dagegen nicht demontiert (ECCO Art. 8, siehe 4.1). Ihre Funktionsbeschreibung beruht daher auf den von aussen zugänglichen Bauteilen, den beobachteten Bewegungsabläufen und dem Vergleich mit Referenzobjekten. Das methodische Vorgehen und die konservatorische Begründung werden in Kapitel 4.1 erläutert.

Gesamtmechanismus und Zusammenspiel der Module

Die Orgeluhr besteht aus drei funktional unterscheidbaren, mechanisch jedoch miteinander verbundenen Werken. Das erste Modul umfasst das Uhrwerk und das darin integrierte Schlagwerk. Beide besitzen jeweils ein eigenes Federhaus. Das zweite Werk bildet den separaten Energiespeicher und die Kraftübertragung des Orgelspielwerks. Es besteht unter anderem aus zwei Schnecken-Federhäusern und Ketten sowie einer vertikalen Verbindungswelle. Diese überträgt die Energie auf das dritte Modul, den Orgelmechanismus mit Stiftwalze, Ventilsteuerung, Blasebalg und Pfeifenwerk.

Das Zusammenspiel der Module erfolgt über zwei mechanische Schnittstellen (Fig. 4). Die erste verbindet das Uhrwerk mit dem separaten Antrieb des Orgelspielwerks. Eine vom Uhrwerk gesteuerte Hebelverbindung gibt den Antrieb des Musikwerks frei. Die zweite Schnittstelle verbindet diesen Antrieb mit dem Orgelmechanismus. Dabei werden sowohl Stiftwalze als auch Blasebalg-Hebel angetrieben.

Vier Aufzugsvierkante dienen der Energieversorgung, einer für das Uhrwerk, einer für das Schlagwerk und zwei für den Antrieb des Orgelmechanismus. Zum Aufziehen werden zwei Schlüssel verwendet. Ein Vierkantschlüssel dient dem Aufzug der Federhäuser von Uhr- und Schlagwerk sowie der Vorspannung der Federhäuser des Orgelmechanismus. Anschliessend werden die Schnecken mithilfe eines separaten Kurbelschlüssels aufgezogen, wobei sich die Ketten auf die Schnecken aufwickeln. Räumlich sitzt der Antrieb und das Uhrwerk als Zwischenebene oberhalb der Stiftwalze.

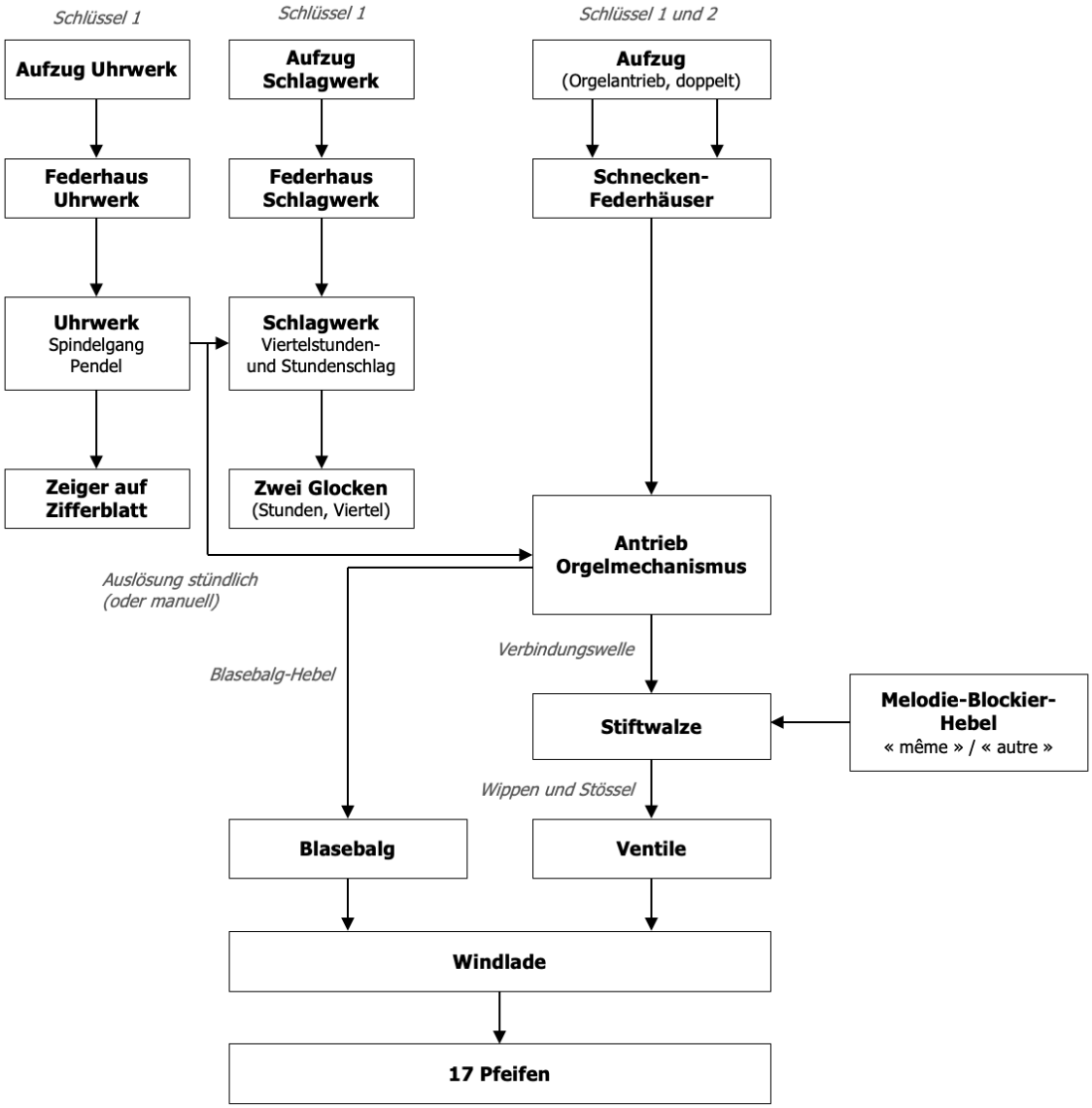


Fig. 4 : Zusammenspiel der drei Werke und Energiefluss.

Uhrwerk mit Schlagwerk

Das Uhrwerk verfügt über einen Spindelgang[4] mit Pendel. Zwei getrennte Federhäuser[5] treiben das Gehwerk und das Schlagwerk an. Beide Werke werden über jeweils einen am Zifferblatt zugänglichen Aufzugsvierkant aufgezogen. Das Pendel ist an einer oberhalb des Werks im Gehäuse montierten Aufhängung befestigt und über einen Verlängerungshebel mit der Hemmung verbunden. Das Schlagwerk arbeitet als klassisches Rechenschlagwerk mit einer kombinierten Staffelscheibe[6], die auf dem Stundenrad sitzt. Die äusseren drei Stufen steuern die Viertelstundenschläge, während die innere Kontur die Stundenzahl vorgibt. Zwei Hämmer schlagen dabei auf die Glocken. Eine separate, mit dem Stundenrad gekoppelte Auslöseschnecke dreht sich einmal pro Stunde. Ihr Nocken gibt den Auslösehebel frei und aktiviert dadurch den Antrieb des Orgelspielwerks. Ein weiterer Hebel auf der Platine erlaubt die manuelle Auslösung des Orgelmechanismus unabhängig von der Uhrzeit. Ein im Gehäuse verlaufender Faden greift am Auslöse-Hebel des Uhrwerkes an und kann dessen Bewegung einschränken. In dieser Stellung wird die Freigabe des Antriebs unterbunden und der Orgelmechanismus bleibt stumm.

[4] Eine Art einer mechanischen Hemmung im Uhrmacherhandwerk.

[5] Beinhaltet die Zugfeder des Uhrwerks. Über eine Verzahnung überträgt es die Federkraft an das Räderwerk.

[6] Eine Gestufte Scheibe auf dem Stundenrad im Rechenschlagwerk. Ihre gestaffelte Kontur wird vom Rechen abgetastet und gibt die Anzahl der Schläge vor.

Orgelmechanismus

Die Beschreibung folgt dem Energiefluss. Zwei Federhäuser mit Schneckenübertragung[7] bilden den Energiespeicher des Orgelspielwerks. Die Bewegung wird über eine vertikale Verbindungswelle auf den Orgelmechanismus übertragen. Am oberen Ende der Welle befindet sich ein Kronenrad, am unteren Ende ein Stirnrad. Das untere Lager ist mit einem Einstellmechanismus versehen, über den sich der Zahneingriff justieren lässt. Ein Windfang begrenzt die Ablaufgeschwindigkeit und sorgt für einen möglichst gleichmässigen Bewegungsablauf.

Die hölzerne Stiftwalze[8] trägt die mechanisch codierten Informationen der Melodien in Form von Stiften und Brücken. Während ihrer Rotation betätigen diese über Wippen die Ventile der einzelnen Pfeifen (Fig. 5). Sobald ein Ventil in der Windlade[9] geöffnet wird, kann die vom Blasebalg erzeugte Luft in die zugehörige Pfeife strömen und einen Ton erzeugen. Der Blasebalg wird über einen Hebel angetrieben, der exzentrisch am Ende einer Welle angeordnet ist. Auf diese Weise werden die Drehbewegung der Stiftwalze und die Luftversorgung der Pfeifen gleichzeitig aufrechterhalten.

[7] Eine Kegelförmige Trommel im Antrieb, die durch eine Kette mir dem Federhaus verbunden ist. Sie kompensiert die mit dem Ablauf abnehmende Federkraft und liefert ein konstantes Drehmoment.

[8] Ein zylindrischer Holzkörper mit eingesetzten Metallstiften, der durch Drehung die Auslösung der Pfeifenventile eines mechanischen Orgelwerks steuert.

[9] Ein Kasten unterhalb der Pfeifen eines mechanischen Orgelwerks. Sie führt die vom Blasebalg erzeugte Luft zu den Pfeifen und ermöglicht die Tonauslösung.

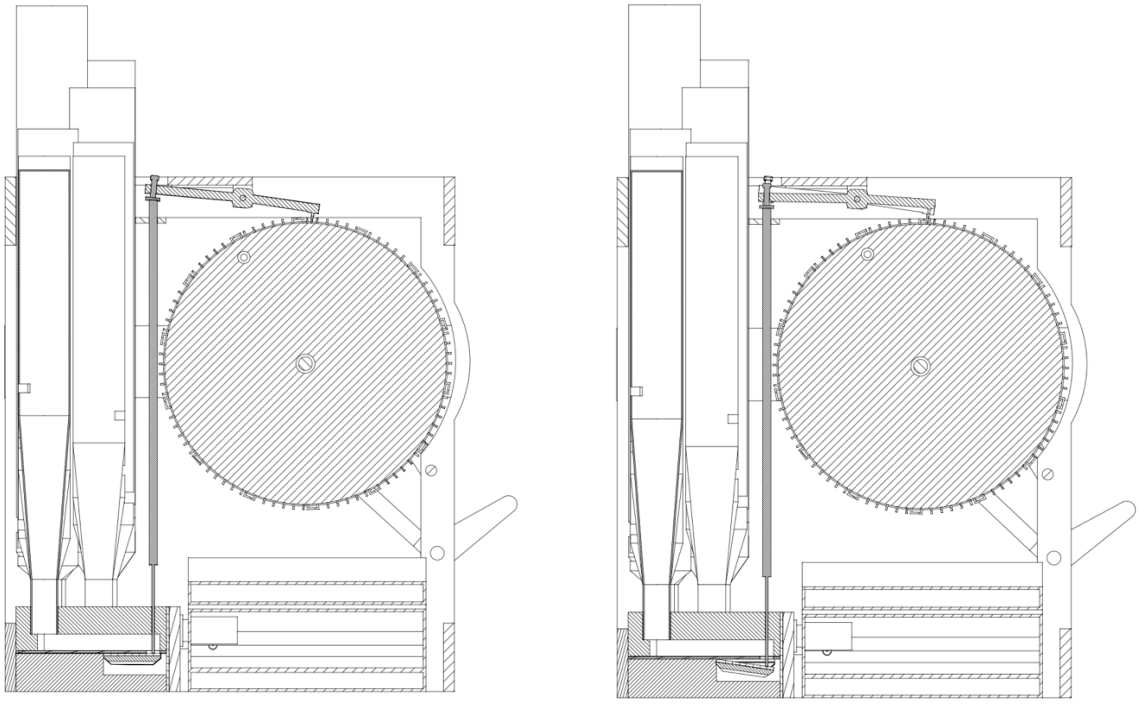


Fig. 5 : Querschnitt, Pfeifenventil im Windfang geschlossen (links) und geöffnet (rechts).

Die Abfolge der Melodie-Sequenz wird durch eine Schaltschnecke gesteuert (Fig. 6), die sich synchron mit der Stiftwalze einmal pro Minute dreht. Am Ende einer Melodie wirkt sie über eine Steuerwelle mit Schiebefinger auf das Melodie-Auswahlrad (Fig. 7).

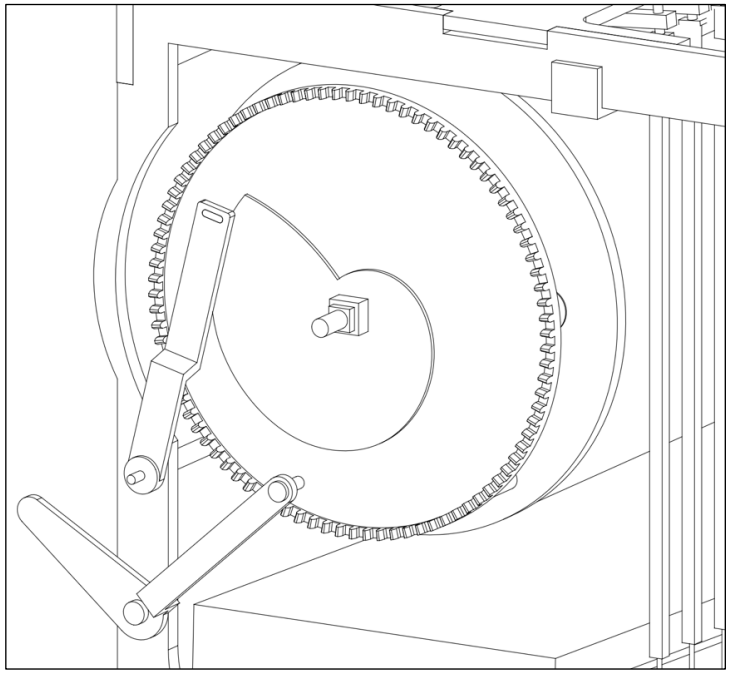


Fig. 6 : Schaltschnecke mit Auslösehebel für den Weiterschaltmechanismus der Melodie und Blockadesystem.

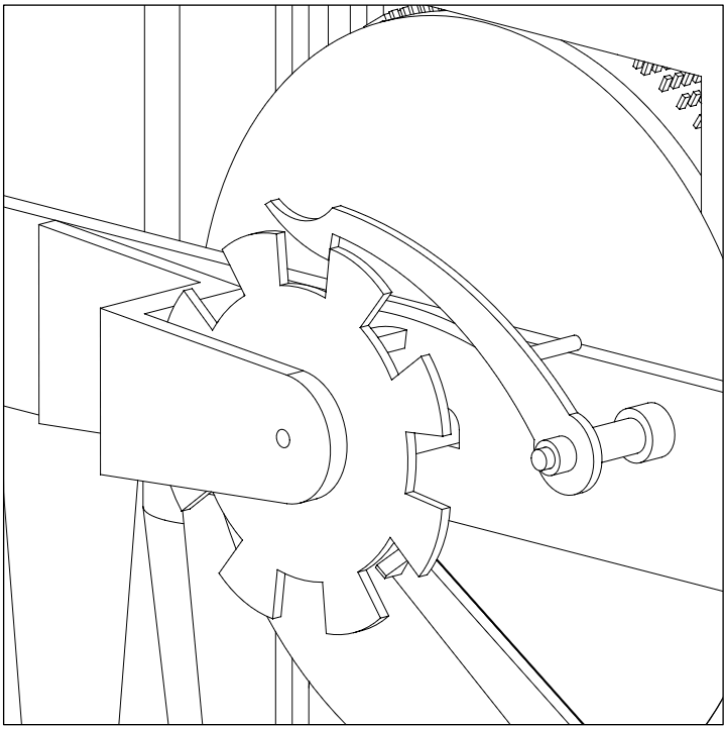


Fig. 7 : Melodieauswahlrad und Schiebefinger am Auslösehebel für den Weiterschaltmechanismus der Melodie.

Der auf der Vorderseite der Uhr angeordnete Melodie-Blockier-Hebel besitzt zwei Positionen. In der Stellung «autre» wird der Schiebefinger freigegeben, sodass die Schaltschnecke das Auswahlrad um einen Zahn weiterschaltet und die federgelagerte Stiftwalze für die nächste Melodie positioniert (Fig. 8). In der Stellung «même» wird der Schiebefinger blockiert, wodurch dieselbe Melodie erneut abgespielt wird.

Oberhalb der Stiftwalze regulieren zwei federgelagerte Einstellschrauben den Eingriff der Wippfinger in die Stifte der Walze. Zusätzlich besitzt jede Wippe zwei weitere Schrauben, mit denen sich der Eingriff feinjustieren lässt.

Das Zusammenspiel der drei mechanischen Module beruht damit auf einer klaren Abfolge von Auslösung, Kraftübertragung, Walzensteuerung, Luftversorgung und Tonerzeugung. Die Funktionsbeschreibung bildet die Grundlage für die nachfolgende Untersuchung der materiellen Befunde und des heutigen funktionellen Zustands. Das methodische Vorgehen wird im folgenden Kapitel erläutert.

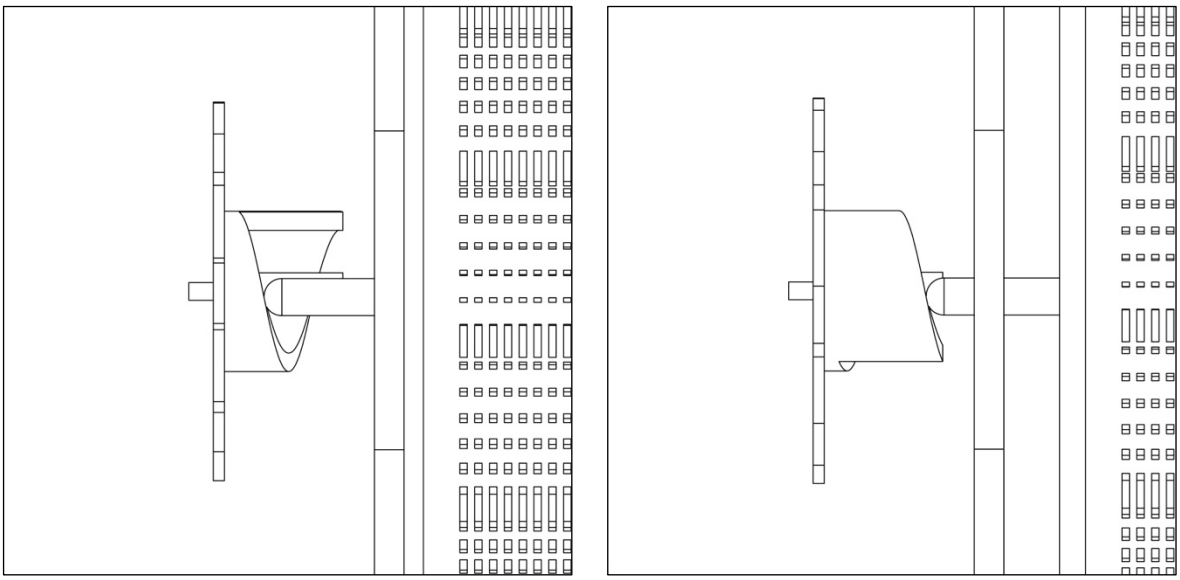


Fig. 8 : Verschiebung der Stiftwalze durch das Melodieauswahlrad, welches die axiale Position bestimmt. Leichte Verschiebung (links) und kurz vor der maximalen Verschiebung (rechts).

4. Methodik

4.1 Materielle Befundaufnahme

Die direkte Untersuchung des Studienobjekts umfasste die Fotodokumentation, die progressive Demontage, die Vermessung, die technische Zeichnung sowie die Reinigung ausgewählter Komponenten. Ziel war es, materielle Hinweise auf Herstellung, Nutzung, Reparaturen und spätere Veränderungen systematisch zu erfassen.

Die fotografische Dokumentation bestand aus Übersichts- und Detailaufnahmen mit Massstab und Farbreferenzkarte. Soweit möglich wurden konstante Lichtverhältnisse und vergleichbare Aufnahmepositionen eingehalten. Vor und nach jedem Demontageschritt wurden die betroffenen Komponenten dokumentiert. Ergänzend erfolgten Untersuchungen unter UV-A-Strahlung bei 365 nm. Für erste Beobachtungen wurde eine Reskolux® UV 365 verwendet; die fotografische Dokumentation erfolgte mit längerer Belichtungszeit und bei abgedunkelter Umgebung.

Die Demontage folgte einer minimal-invasiven Logik nach ECCO Art. 8 und dem Grundsatz der Reversibilität nach Art. 9. Jede entnommene Komponente wurde fotografiert, nummeriert und anschliessend in gepolsterten Objektwannen oder kleinen Schatullen auf Ethafoam®, Alveolit® oder Tyvek® zwischengelagert. Das Uhrwerk mit Schlagwerk sowie der Energiespeicher und die Kraftübertragung des Orgelspielwerks wurden aus dem Gehäuse entnommen, jedoch nicht demontiert. Der Orgelmechanismus wurde dagegen schrittweise zerlegt, da nur auf diese Weise konstruktive Details, Werkstattspuren und frühere Eingriffe zugänglich gemacht werden konnten. Die einzelnen Arbeitsschritte wurden fortlaufend dokumentiert, um eine eindeutige Zuordnung und anschliessende Remontage zu gewährleisten.
Die digitale Konstruktion ausgewählter Komponenten des Orgelmechanismus erfolgte in Siemens NX durch Stefan Kraus (Student des Maschinenbaus an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg). Erfasst wurden jene Bauteile und Funktionszusammenhänge, die für die technische Analyse und Argumentation der Arbeit besonders relevant sind. Die daraus entstandenen CAD-Zeichnungen sind im Anhang dokumentiert[10].

[10] Anhang, Fig. 9-14, S. 10-15.

Die Reinigung des Orgelmechanismus erfolgte nach dem mit dem HMB abgestimmten Vorgehen. Kleine metallische Komponenten wurden in einem Becherglas mit Ethanol und einem Pinsel gereinigt. Grössere Bauteile wurden mit Ethanol, latexfreien Polyurethan-Schwämmen und Wattestäbchen behandelt. Ethanol wurde eingesetzt, um öl- und fetthaltige Ablagerungen zu reduzieren, ohne zusätzliche wässrige Feuchtigkeit einzubringen. Organische Bestandteile wurden durch Trockenaspiration mit HEPA-Filter und weichen Pinseln gereinigt[11]. Vorher wurden im Gehäuse aufgefundene Insektenreste geborgen und separat dokumentiert (siehe 5.1).

Die Befundaufnahme erfolgte anhand eines Beobachtungsrasters. Systematisch erfasst wurden Punzen, Inschriften, Werkzeugspuren, Bohrlöcher, heterogene Finissagen, Befestigungstechniken, Klebstoffspuren, Lackschichten, Beschädigungen und ersetzte Bauteile. Die Befunde wurden zunächst deskriptiv dokumentiert und anschliessend im Vergleich mit weiteren Befunden und Referenzobjekten interpretiert. Sie bilden die Grundlage für die Auswertung der einzelnen Baugruppen in Kapitel 5.1 bis 5.4.

4.2 Typologischer Vergleich

Der typologische Vergleich ergänzt die direkte Untersuchung des Studienobjekts durch den Abgleich mit Referenzobjekten und Angaben aus der Fachliteratur. Ziel ist es, konstruktive Merkmale, Materialien, Oberflächenbearbeitungen und mögliche Werkstattspuren einzuordnen.

Für die Untersuchung wurden drei Vergleichsobjekte herangezogen. Das erste Vergleichsobjekt (Fig. 9) ist die Pendule mit Orgelwerk HMB 1951.14 (HMB datiert um 1760). Sie trägt die Signatur « P Jaquet Droz à la / Chaux-de-fonds en Suisse » am Orgelmechanismus[12] (eigene Beobachtung, 27.05.2026).
Als zweites Vergleichsobjekt (Fig. 10) dient die *Pendule à sonnerie et musique* MAH H-2022-0449 aus dem Musée d'Art et d'Histoire Genève (MAH), datiert 1783 und mit Pierre Jaquet-Droz, Josué Robert und Henri-Louis Jaquet-Droz verbunden[13] (MAH Genève, o. J.). Das Objekt

[11] Anhang, Fig. 32-33, 36-39, S. 39-42.

[12] Anhang, Fig. 15-17, S. 16-18.

[13] Anhang, Fig. 18-20, S. 19-21.

wurde hinsichtlich seiner Konstruktion, Werkstattspuren und materiellen Ausführung mit dem Studienobjekt verglichen.

Das dritte Vergleichsobjekt (Fig. 11) ist eine etwa zwischen 1745 und 1755 datierte Boulle-Pendule mit Orgelwerk, die 2014 bei Koller Auktionen in Zürich unter der Losnummer 1125 angeboten wurde[14] (Koller Auktionen 2014). Aufgrund der vertikalen Anordnung des Antriebs oberhalb der Stiftwalze stellt sie den engsten konstruktiven Vergleich zum Studienobjekt dar.



Fig. 9 : Gesamtansicht HMB 1951.14.



Fig. 10 : Gesamtansicht MAH H-2022-0449.



Fig. 11 : Gesamtansicht Koller Lot 1125.

Verglichen wurden insbesondere die Konstruktion und Anordnung der mechanischen Baugruppen, die verwendeten Materialien, die Oberflächenbearbeitung und Finissage, die Befestigungstechniken, Nummerierungen, Inschriften sowie weitere mögliche Werkstattspuren. Ergänzend erfolgte ein interner Vergleich innerhalb des Studienobjektes. Dabei wurden funktional oder konstruktiv ähnliche Bauteile der verschiedenen Werke gegenübergestellt, um Unterschiede in Material, Bearbeitung und Montage zu erfassen.

Die Aussagekraft des typologischen Vergleichs ist begrenzt. Übereinstimmungen einzelner Merkmale erlauben für sich allein keine sichere Zuschreibung an eine bestimmte Werkstatt. Sie können auch auf zeittypische Konstruktionsweisen, spezialisierte Zulieferer, Reparaturen oder den Austausch einzelner Bauteile zurückgehen. Zudem setzt die Interpretation voraus,

[14] Anhang, Fig. 21-22, S. 22-23.

dass innerhalb einer Werkstatt zumindest teilweise wiederkehrende Herstellungs- und Bearbeitungsweisen bestanden. Die Vergleichsergebnisse werden daher nicht als eigenständiger Beweis, sondern gemeinsam mit den materiellen Befunden und den dokumentarischen Quellen ausgewertet.

4.3 Röntgenfluoreszenz-Analyse (XRF)

Die Röntgenfluoreszenz-Analyse (XRF) ergänzt die direkte Untersuchung (Kapitel 4.1) und den typologischen Vergleich (Kapitel 4.2) um eine nichtinvasive Methode zur Bestimmung der elementaren Zusammensetzung oberflächennaher Materialschichten[15]. Die Methode dient als zusätzlicher Untersuchungsstrang, dessen Ergebnisse gemeinsam mit den materiellen Befunden, den Vergleichsobjekten und den dokumentarischen Quellen ausgewertet werden.

Die Messungen wurden mit einem tragbaren Niton™ XL5 Plus XRF-Spektrometer durchgeführt. Der Fokus liegt auf den metallischen Komponenten der drei Module. An den Bronzen am Gehäuse wurden Messpunkte gesetzt, um Quecksilber als möglichen Hinweis auf eine Feuervergoldung nachzuweisen (Selwyn 2004, S. 77) und unterschiedliche goldfarbene Kupferlegierungen voneinander abzugrenzen. Darüber hinaus wurden die Legierungszusammensetzungen ausgewählter mechanischer Bauteile und der Orgelpfeifen untersucht. Ergänzend erfolgten Messungen an der schwarzen Lackfassung des Gehäuses. Ziel war es, anorganische Bestandteile beziehungsweise Pigmente zu erfassen, die Hinweise auf eine spätere Überarbeitung oder zeitliche Einordnung der Fassung geben könnten. Pro Material- und Bauteilgruppe wurden mehrere Messpunkte ausgewählt, um mögliche Unterschiede innerhalb scheinbar gleichartiger Oberflächen sichtbar zu machen.

Die Aussagekraft der XRF-Analyse ist durch die Beschaffenheit historischer Oberflächen beschränkt. Die Messwerte können Bestandteile des Grundmaterials, von Korrosionspunkten, Patina, Vergoldungen, Lackschichten und Verschmutzungen gleichzeitig erfassen. Die Ergebnisse sind daher vor allem qualitativ und vergleichend zu interpretieren. Aussagen zur exakten Legierungszusammensetzung sind ohne geeignete Kalibrierung, homogene Referenzmaterialien und eine definierte Oberflächenvorbereitung nur eingeschränkt möglich.

[15] Anhang, Tab. 1-7, S. 24 bis 27.

Für die Auswertung wurden insbesondere vier Einschränkungen berücksichtigt (Shugar und Mass 2012, S. 18, 27 und 28-29). Erstens erfasst die Messung nur oberflächennahe Schichten, deren Zusammensetzung vom darunterliegenden Grundmaterial abweichen kann. Zweitens können Beschichtungen, Korrosion und Verschmutzungen die gemessenen Intensitäten beeinflussen. Drittens sind leichte Elemente nur eingeschränkt oder nicht zuverlässig nachweisbar. Viertens können Unterschiede in Messgeometrie, Oberflächenform und Materialstärke die Vergleichbarkeit einzelner Messungen reduzieren.

Die Auswertung konzentrierte sich auf drei Fragestellungen: den Nachweis von Quecksilber als Hinweis auf eine mögliche Feuervergoldung, die Zusammensetzung der Zinn-Blei-Legierungen der Orgelpfeifen (Selwyn 2004, S. 143) sowie Unterschiede zwischen den Kupferlegierungen ausgewählter Bauteile. Zusätzlich wurden die Messergebnisse an der schwarzen Lackfassung im Hinblick auf mögliche anorganische Pigmente und spätere Überarbeitungen interpretiert.

4.4 Mikroskopische Untersuchung

Die mikroskopischen Untersuchungen wurden mit einem Auflichtmikroskop Zeiss Axiomat im Labor des HMB durchgeführt. Verwendet wurden Objektive mit 5x/0,13, 10x/0,25, 20x/0,5, 40x/0,65 und 100x/1,25. Die erste Messreihe wurde am 16. Juni 2026 gemeinsam mit Gesa Bernges (HMB) mithilfe eines Smartphones durch das Okular dokumentiert. Die Aufnahmen wurden anschliessend mit einem Kameraadapter wiederholt, um eine reproduzierbare und qualitativ bessere Dokumentation zu erhalten.

Untersucht wurden insbesondere Fasern der textilen Innenauskleidung sowie im Gehäuseboden aufgefundene Larvenhüllen. Für die Faserbestimmung wurden einzelne Fasern im Auflichtmikroskop betrachtet und mit den Referenzmerkmalen nach Stratmann (1973) abgeglichen. Entbastete Seide zeigt dabei einen weitgehend glatten und strukturlosen Fadenverlauf (Strattmann 1973, Abb. 17, S. 25), während regenerierte Cellulosefasern, insbesondere Viskose (siehe 5.1) durch ausgeprägte, längs verlaufende Rillen gekennzeichnet sein können. Die Bestimmung erfolgte daher anhand morphologischer Vergleichsmerkmale und ist als orientierende Einordnung zu verstehen. Die Larvenhüllen wurden mit den Bestimmungshilfen nach Notton (2018, S. 4) verglichen. Aufgrund der morphologischen Merkmale erfolgte eine Einordnung auf Gattungsebene als *Anthrenus sp.* (Notton 2018, S. 12-

14) (siehe 5.1). Die genaue Bestimmung sowie die zugehörigen Abbildungen werden in Kapitel 5 dargestellt.

Eine anatomische Holzbestimmung wurde nicht durchgeführt. Dafür wäre eine Probeentnahme erforderlich gewesen, die eine Untersuchung der drei anatomischen Schnittebenen ermöglicht. Da eine zerstörende Entnahme im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgesehen war, blieb die Holzart unbestimmt.

5. Eingriffsphasen

Kapitel 5 ist die zentrale Argumentation und beantwortet die erste Forschungsfrage nach den materiellen und dokumentarischen Hinweisen der Interventionsphasen. Die Auswertung folgt funktionalen Baugruppen und umfasst vier Komponentenanalysen mit anschliessender Synthese.
Jeder Abschnitt gliedert sich in Beobachtung, Vergleich mit den Referenzobjekten (HMB 1951.14, MAH H-2022-0449, Koller Lot 1125) und objektbiografische Einordnung nach Bonnot.

5.1 Gehäuse und dekorative Elemente

Die Untersuchung des Gehäuses stützt sich auf die XRF-Messungen vom 19. Juni 2026 durch Tobias Schenkel, Auflichtmikroskopie, eine fotobasierte Einschätzung zur Bestimmung der Holzart und den Vergleich mit den Referenzobjekten.

Befunde

Lackfassung. Die XRF-Messungen am schwarzen Aussenlack ergaben hohe Blei- und Chromsignale von bis zu 44,7% Pb und 11,7% Cr[16]. Da die Messungen ohne Kalibrierung getätigt wurden, sind diese Werte als Signalverhältnis und nicht als Schichtzusammensetzung zu lesen (siehe 4.3). Die Kombination Blei und Chrom in dieser Grössenordnung entspricht einem Bleichromat-Pigment ($PbCrO_4$, chrome red, chrome yellow). Chrom wurde 1797 durch Vauquelin entdeckt; Bleichromat wurde ab 1803 als Pigment identifiziert und war ab 1818 durch neue Erzminen und industrielle Herstellung breiter verfügbar (Kühn und Curran 1986, S. 188-189). Die schwarze Aussenfassung ist daher vermutlich eine spätere Überarbeitung.

[16] Anhang, Tab. 7, S. 27.

Dafür sprechen auch unregelmässige Kanten, an denen die schwarze Fassung den roten Innenanstrich überdeckt.
Abplatzungen mit freiliegendem Holz, die eine Schichtenfolge zeigen könnten, fehlen. Der rote Innenanstrich weist Eisensignale von 2,4 bis 4,8% Fe auf und ist mit Hämatit haltigen Erdpigmenten vereinbar, die bereits vor der Herstellung der Uhr verwendet wurden (Helwig 1997, S. 181)[17]. Eine genauere Bestimmung ist nicht möglich, da alle Pigmente auf Hämatit-Basis sich die Fe-Marker teilen; auch die Chromsignale mit einem Messwert von 3,9 bis 5,6% bleiben hinsichtlich ihrer Herkunft unklar.

Bronzen. Die dekorativen Bronzen folgen der Formensprache des Louis XVI. Drei XRF-Messpunkte ergaben hohe Goldsignale: 65,1% am vorderen rechten Gehäusefuss, 77,6% an einer Blattapplike und 51,2% am Urnenaufsatz[18]. Die Werte bestätigen eine goldhaltige Oberflächenschicht. Da kein Quecksilber nachgewiesen wurde, lässt sich eine Feuervergoldung allein anhand XRF-Messungen nicht sicher bestimmen.

[17] Anhang, Tab. 7, S. 27.

[18] Siehe Anhang, 4. Röntgenfluoreszenzanalyse, Tab. 6, S. 26.

Innenauskleidung. Hinter den durchbrochenen Gittern der Seitentüren und der Rücktür ist ein rosafarbenes Textil gespannt. Funktional entspricht es dem Stoff der Seitentüren der Vergleichsuhren. Ackermann bezeichnet es als «rosa Seide» (1984, S. 100). Die mikroskopische Untersuchung am 16.06.2026 zeigte eine einfache Leinwandbindung mit seidenähnlichem Glanz, längs verlaufenden Rillen der Einzelfasern (Fig. 12). Diese Merkmale stimmen eher mit Viskose (Fig. 13) als mit entbasteter Seide überein (Stratmann 1973, S. 42). Gesa Bernges (HMB) datierte die Faser aufgrund des mikroskopischen und visuellen Befunds in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts.

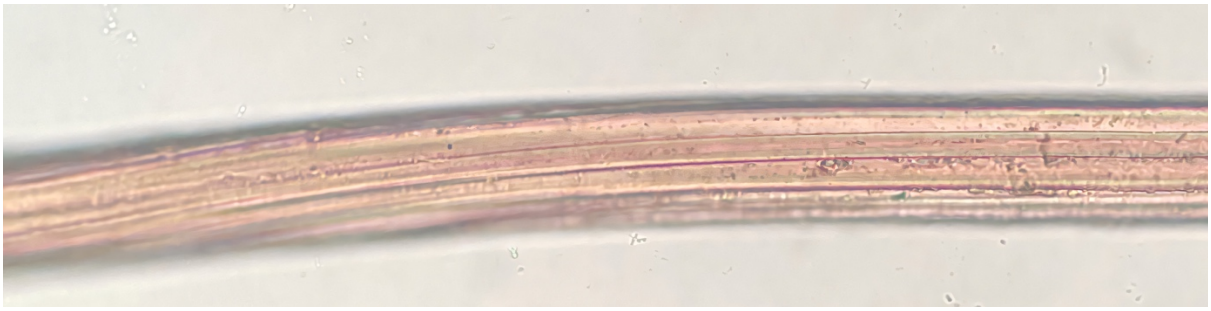


Fig. 12 : Fasern des Innentextils, Auflichtmikroskopie, mit längs verlaufenden Rillen.

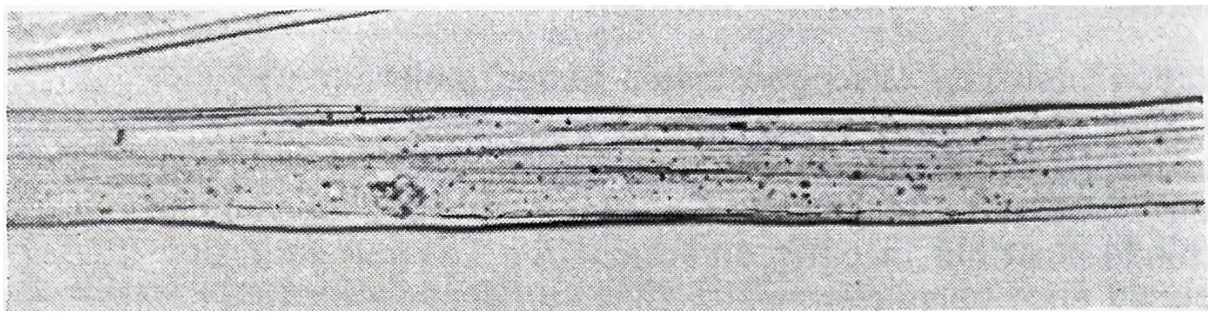


Fig. 13 : Referenzbild für Viskose.

Die originale Seide ist ersetzt, keine Reste sind sichtbar. An der Innenseite des Textils der hinteren Tür befindet sich ein Fettfleck (Fig. 14), der durch den dauerhaften Kontakt mit dem Federhaus des Orgelmechanismus bei geschlossener Tür entstanden ist. Auch die Seitentüren stehen im geschlossenen Zustand leicht unter Spannung. Beide Beobachtungen können mit einer ungenauen Passung oder einer späteren Verformung des Gehäuses zusammenhängen.



Fig. 14 : Fettfleck auf der Innenseite des Textils der Rücktür.

Insektenreste. Im Gehäuseboden (Fig. 15) wurden fünf Larvenhüllen dokumentiert (Fig. 16) und auf Gattungsebene als *Anthrenus sp.* bestimmt (Notton 2018, S. 4 und 12-14). Lebende Stadien wurden nicht festgestellt, die Exuvien belegen einen früheren Befall durch Insekten, deren Larven unter anderem Wolle, Seide, Leder und Federn schädigen können. Die zeitliche Beziehung zum Textilaustausch bleibt offen und wird in Kapitel 5.5 diskutiert, konservatorische Konsequenzen in Kapitel 6.1.



Fig. 15 : Exuvie im Gehäuseboden.



Fig. 16 : Exuvie unter Mikroskop.

Holzart. Auf eine invasive Probenentnahme zur anatomischen Holzbestimmung wurde verzichtet. Die fotografischen Einschätzungen von Mijan Meschgang (Klavierbauer, Köln) und Carsten Weber (Tischlermeister, Braunschweig) ergaben unterschiedliche Resultate[19]. Weber hielt aufgrund von Porenbild und Ringporigkeit Eiche für möglich, während Meschgang die Struktur eher als Nadelholz, möglicherweise Fichte oder Tanne deutete. Eine eindeutige Bestimmung ist auf Grundlage der Fotografien nicht möglich.

[19] Anhang, S. 36.

Vier Messingwinkel im Deckelaufsatz. Vier verschraubte Messingwinkel (Fig. 17) stabilisieren die Verbindungen zwischen den Seiten- und Vorderteilen des Deckelaufsatzes. Ihre Ausführung lässt einen späteren Eingriff vermuten. Einer der Winkel trägt eine reversible Museumskennzeichnung. Da im HMB keine entsprechende Massnahme dokumentiert ist, bleibt die Datierung offen.

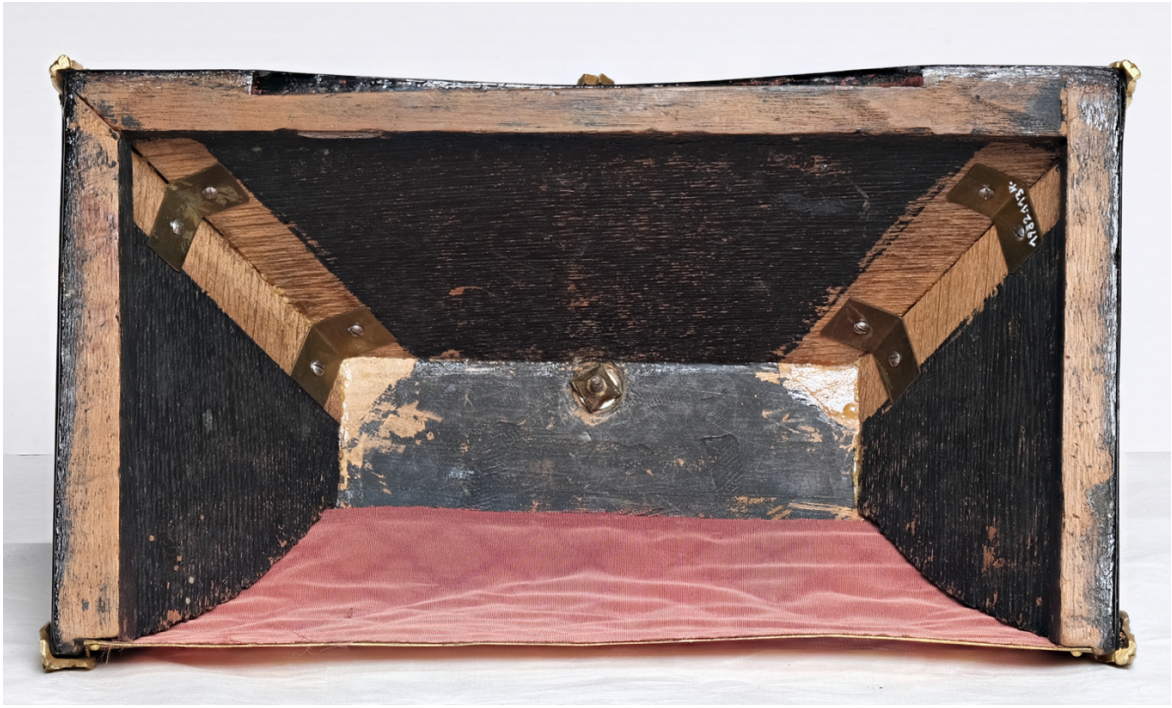


Fig. 17 :Messingwinkel im Deckelaufsatz.

Ungenutzte Bohrungen im Gehäuse. An der Gehäuseoberseite (Fig. 18) befinden sich sieben ungenutzte Bohrungen. Ähnliche ungeklärte Bohrungen dokumentierte Gassmann an einer der Werkstatt Jaquet-Droz zugeschriebenen *Pendule à oiseau chantant* (2018, S. 36). Möglich ist eine Anpassung des Gehäuses an eine veränderte Werkkonfiguration. Perregaux und Perrot erwähnen die Wiederverwendung älterer Werke in neueren Gehäusen als historische Praxis (1916, S. 225), auch Gassmann dokumentiert wiederverwendete Gehäuseteile (2018, S. 38). Alternativ könnten die Bohrungen ursprünglich zur Befestigung von Glocken gedient haben (analog zu HMB 1951.14). Dafür spricht das vergitterte und mit Textil hinterlegte Rückteil des Deckels, das den Schallaustritt einer dort platzierten Klangquelle ermöglicht hätte.



Fig. 18 : Ungenutzte Bohrungen an der Gehäuseoberseite.

Aussparungen in Rücktür und Frontplatte. Die Rücktür weist Aussparungen für das Federhaus und die Pfeifen auf (Fig. 19); in der Frontplatte befindet sich eine Öffnung für die Glocken und das Federhaus des Antriebs (Fig. 20). Ihre Ausführung ist vergleichsweise grob. Da die Aussparungen der Rücktür mit dem roten Innenanstrich überzogen sind, müssten sie spätestens bei dessen Auftrag bereits vorhanden gewesen sein.



Fig. 19 : Aussparungen in der Rücktür für Federhaus und Pfeifen.



Fig. 20 : Aussparung Frontplatte für die Glocken und das Federhaus des Antriebs.

Verschobene Füsse. An drei der vier Füssen fehlt die Befestigungsschraube (Fig. 21). Während der verschraubte Fuss stabil sitzt, sind die übrigen leicht verschoben (Fig. 22). Wahrscheinlich führte die fehlende Fixierung unter dem Gewicht der Uhr zu einer seitlichen Ausweichbewegung. Im Juni 2026 wurde deshalb eine formangepasste Ethafoam®-Unterstützung zur Lastenverteilung angefertigt[20].



Fig. 21 : Fehlende Schrauben im Fuss.



Fig. 22 : Verschobener Fuss.

Frontplattendekoration. Die vergoldete Dekorationsplatte auf der Frontplatte ist mit vier einheitlichen Schrauben befestigt. Sie verdeckt die Beschriftung «même» und verhindert zugleich das Einrasten des Melodieblockierhebels (Fig. 23). Damit sind sowohl die Lesbarkeit als auch die Bedienung des Mechanismus eingeschränkt. Beide Beobachtungen stehen im Widerspruch zu einer originalen Konstruktion. Neben den vier verwendeten Gewindebohrungen befinden sich vier weitere, gleich ausgerichtete Bohrungen ähnlichen Durchmessers. Sie könnten von einem ersten, versetzten Montageversuch stammen (Fig. 24).

[20] Anhang, Fig. 31, S. 38.



Fig. 23 : Einschränkung vom Bewegungsradius des Melodieblockierhebels und Verdeckung der Indikation.



Fig. 24 : Frontplatte nach Abnahme der Dekoration, versetzte Bohrlöcher und Indikation «même» und «autre».

Eine zusätzlich eingeklemmte Messingplatte im oberen linken Bereich der Frontplatte weist ebenfalls auf eine nachträgliche Anpassung hin (Fig. 25).



Fig. 25 : Eingeklemmte Messingplatte zwischen Gehäuse und Frontplatte.

Vergleich mit den Referenzobjekten

HMB 1951.14 (um 1760) besitzt ein geschwungenes Neuchâteloise-Gehäuse mit Blattmotiven und floraler Ornamentik sowie dunkelbrauner Innenfassung. Die feuervergoldeten Bronzen wirken bewegter und weniger streng als am Studienobjekt. Die textile Innenauskleidung ist gröber und weniger glänzend. Die Rücktür weist eine vermutlich nachträglich eingesetzte, modern wirkende Verglasung auf. Der Orgelmechanismus trägt eine Jaquet-Droz Signatur.

MAH H-2022-0449 (1783) entspricht dem Studienobjekt in der englischen Gehäuseform, besitzt jedoch eine florale Ornamentik auf hellgrün-grauem Grund. Eine spätere Überlackierung ist im Bericht von Mouret und Fallet (2026) nicht dokumentiert. Die textile Innenauskleidung der Seitentüren ist derjenigen des Studienobjekts ähnlich.

Koller Lot 1125 (ca. 1745-1755) zeigt eine Boulle-Marketerie. Die feuervergoldeten Bronzen ähneln visuell stark denjenigen von HMB 1951.14, unterscheiden sich jedoch deutlich von der strengen Louis-XVI-Ornamentik des Studienobjektes.

5.2 Uhrwerk mit Schlagwerk

Das Uhrwerk mit Schlagwerk wurde gemäss ECCO Art. 8 (2003) nicht demontiert. Die Untersuchung erfolgte daher anhand der äusserlich zugänglichen Merkmale und dem Vergleich mit den drei Referenzobjekten.

Befunde

Uhrwerk-Platine und Werknummer. Die beiden Platinen bestehen aus Bleimessing. Die XRF-Messung ergab 65% Cu, 31% Zn und 2% Pb[21]. Die Werksnummer 3486 ist am unteren Rand der Sonnerie-Seite als Handstempel-Punzung sichtbar (Fig. 26). Ein Abgleich mit den Werkstattbüchern steht noch aus. Nicht ausgerichtete Schrauben (Fig. 27) sowie nachträglich angebrachte Orientierungslöcher auf Schraubenköpfen und Platine weisen auf wiederholte Demontagen hin (Chapuis 1917, Kap. V S. 200-205).

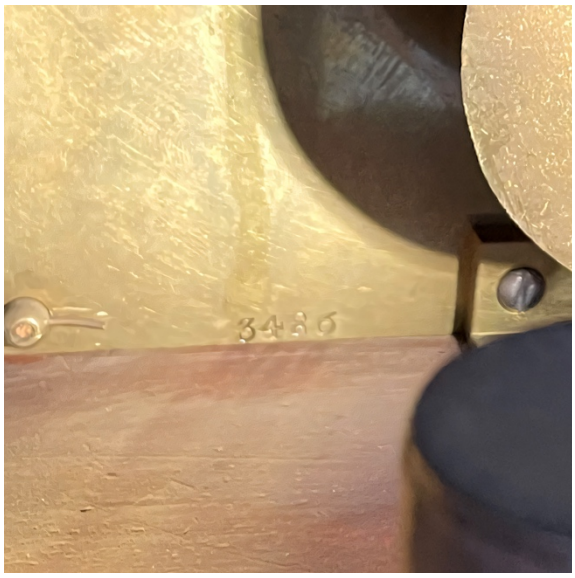


Fig. 26 : Werksnummer 3486.

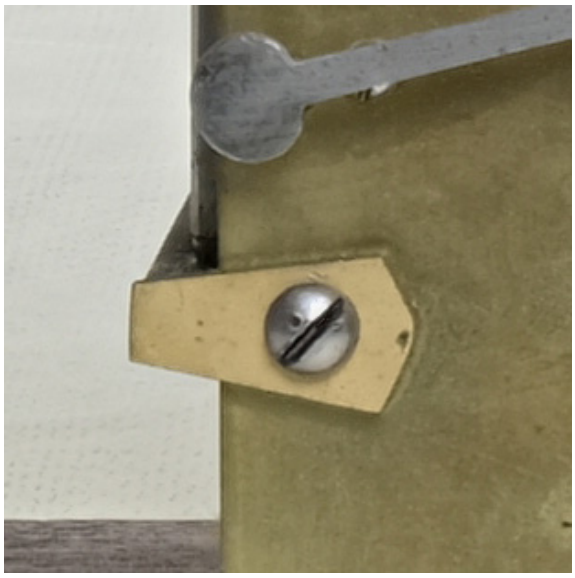


Fig. 27 : Nicht ausgerichtete Orientierungslöcher.

[21] Anhang, Tab. 1, S. 24.

Retuschen am Zifferblatt. Das Zifferblatt ist über drei verklebte Füsse und Stifte an der Frontplatte befestigt. Unter UV-A-Strahlung wurden sieben Retuschen im weissen Emailgrund sichtbar (Fig. 28). Ihre einheitliche Ausführung spricht für eine gemeinsame Eingriffsphase. Signaturen fehlen auf Vorder- oder Rückseite.

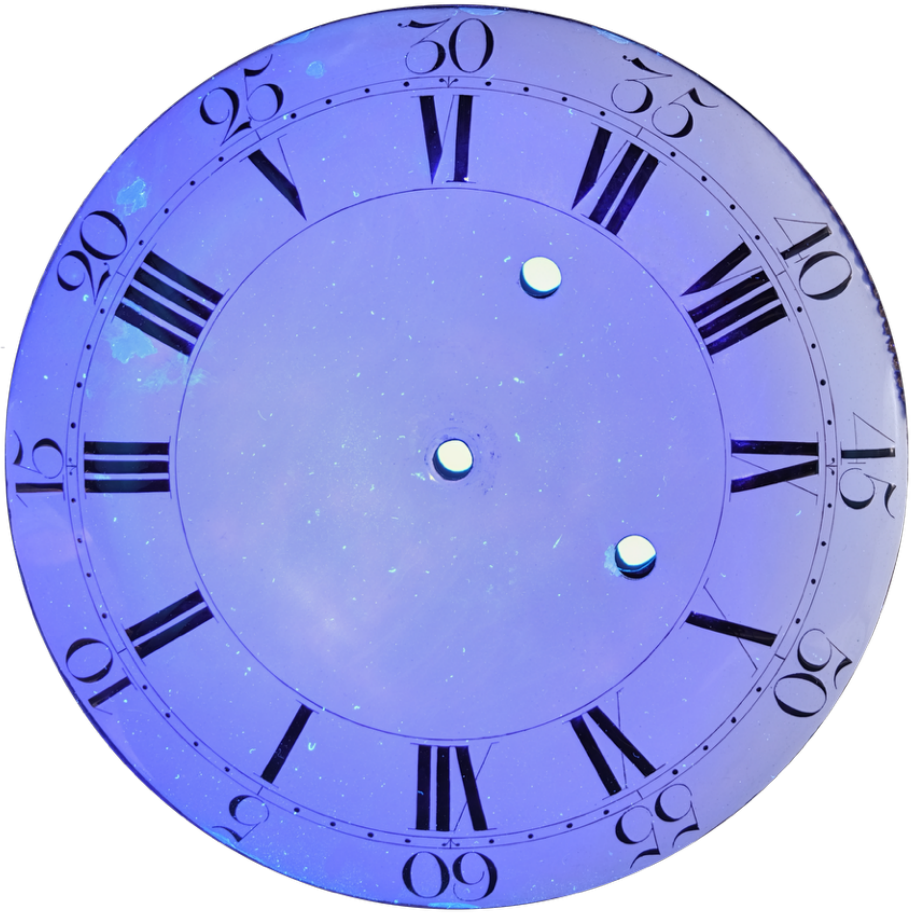


Fig. 28 : Zifferblatt mit erkennbaren Retuschen unter UV-A-Strahlung.

Zeiger. Der Stundenzeiger stimmt stilistisch mit den Vergleichsobjekten MAH H-2022-0449 und Koller Lot 1125 überein und zeigt keine sichtbare Reparatur. Der Minutenzeiger weist dagegen eine mittige Lötstelle mit zurechtgeschnittener Unterplatte auf (Fig. 29). Seine Pfeilspitze weicht von den geschwungenen Formen der Referenzobjekte ab; ein Ersatz der Spitze lässt sich jedoch nicht sicher belegen. Auch am Minutenzeiger von MAH H-2022-0449 ist eine strukturelle Reparatur dokumentiert (Mouret und Fallet 2026, S. 2).



Fig. 29 : Minutenzeiger Rückseite mit sichtbarer Reparatur.

Schlagwerk. Das Schlagwerk liegt innerhalb der Platinen des Uhrwerks. Zwei seitlich geführte Hämmer schlagen auf zwei übereinander angeordnete Glocken. Die äussere Glocke besteht nach XRF aus einer Kupfer-Zinn-Legierung mit etwa 68% Cu und 22% Sn. Die innere Glocke konnte nicht gemessen werden, erscheint aber visuell vergleichbar. MAH H-2022-0449 und Koller Lot 1125 besitzen ebenfalls zwei Glocken, HMB 1951.14 dagegen drei.

Auslösemechanismus. Eine mit dem Stundenrad gekoppelte Nockenscheibe dreht sich einmal pro Stunde und gibt den Auslösehebel des Orgelspielwerks frei. Im heutigen Zustand erfolgt die Auslösung zur halben statt zur vollen Stunde. Eine um 180° verdrehte Montage nach einer früheren Demontage ist eine mögliche Erklärung, kann ohne Demontage jedoch nicht bestätigt werden.

Vergleich mit den Referenzobjekten

HMB 1951.14 unterscheidet sich durch einen deutlich anderen Aufbau des Werkes und drei statt zwei Glocken.

MAH H-2022-0449 hat eine ähnliche Trägerplattenkonstruktion des Zifferblatts. Bei beiden Objekten ist das Werk unsigniert; bei der MAH befindet sich die Signatur auf der Vorderseite des Zifferblatts zwischen den beiden Aufzugsöffnungen (Mouret und Fallet 2026, S. 1). An beiden Minutenzeigern sind Reparaturen dokumentiert (Mouret und Fallet 2026, S. 1-2).

Koller Lot 1125 zeigt eine nahezu übereinstimmende Architektur des Werkes. Position von Hemmung, Staffelscheibe, Glocken, Hebeln und Federn sowie die Formen zahlreicher Bauteile sind vergleichbar (Fig. 30 und 31). Auch die Zifferblätter ähneln sich stark. Unterschiede bestehen in der Pendelaufhängung, die bei Koller direkt am Werk sitzt und im fehlenden Hebel zur manuellen Auslösung des Orgelspielwerkes. Der Auktionskatalog erwähnt zudem zwei ältere Eingriffsinschriften, ohne deren Inhalt zu nennen[22].

[22] Anhang, Fig. 23-26, S. 28 bis 31.



Fig. 30 : Uhrwerk Studienobjekt.

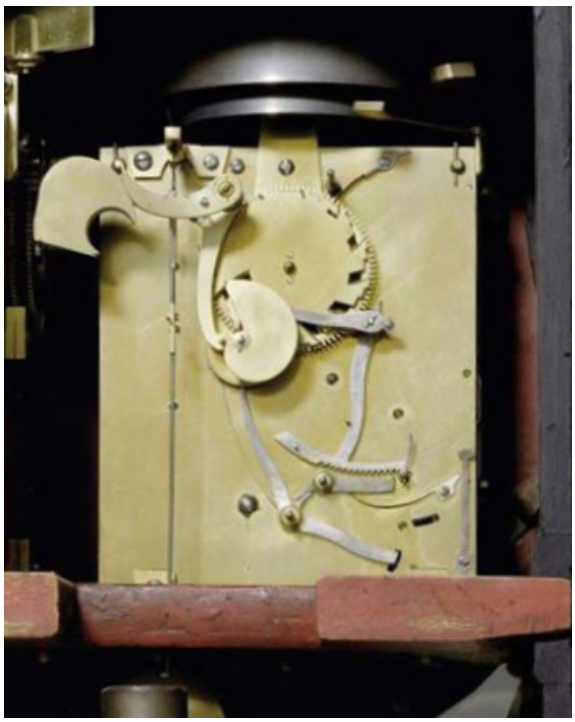


Fig. 31 : Uhrwerk Koller Lot 1125.

5.3 Energiespeicher und Kraftübertragung des Orgelmechanismus

Der Antrieb des Orgelspielwerks verbindet den Auslösemechanismus des Uhrwerks mit Stiftwalze und Blasebalg. Er umfasst zwei Federhäuser mit Schnecken und Ketten, einen Windfang, ein Schneckengetriebe sowie eine vertikale Verbindungswelle mit Kronenrad oben und Stirnrad unten. Das untere Lager besitzt eine Einstellvorrichtung für den Zahneingriff. Demontiert wurden nur die für den Ausbau notwendigen Verbindungsteile.

Befunde

Doppelter Energiespeicher. Die beiden Federhäuser sind identisch aufgebaut und arbeiten mit einer Kettenübertragung. Sie wurden wegen des Beschädigungsrisikos nicht geöffnet. Platinen und Federhäuser weisen eine vergleichbare Bleimessinglegierung von etwa 70% Cu, 27% Zn und 1,4-1,9% Pb auf[23]. Sie unterscheiden sich von den Werkplatinen des Uhrwerks mit etwa 65% Cu, 31% Zn und 2% Pb (siehe 5.2). Eine mögliche Erklärung ist die werkstattinterne Arbeitsteilung. Chapuis (1917, Kap. XII, S. 351) belegt D.-G. Engel als Hauptlieferant für musikalische Mechanismen bei Jaquet-Droz. Die Antriebsteile könnten von einem speziellen Zulieferer stammen, während die Uhrwerk-Platinen vom Uhrmacher selbst gefertigt wurden. Dabei handelt es sich jedoch um eine Arbeitshypothese, die Legierungsdifferenz allein ist nicht aussagekräftig.

Kontakt mit der Rücktür. Das rückseitige Federhaus berührt bei geschlossener Tür dauerhaft das Textil. Die entsprechende Fettspur ist an derselben Position der Innenauskleidung erhalten (siehe 5.1, Fig. 14).

Orientierungsmarkierungen. Neben den beiden Federhäusern sind die Ziffern 1 und 2 in die äussere Platine eingeritzt (Fig. 32). Sie dienten vermutlich dazu, die Bauteile bei einer Demontage eindeutig zuzuordnen. Kleine Bohrungen auf Schraubenköpfen und Sperrklinken erfüllen wahrscheinlich denselben Zweck.

[23] Anhang, Tab. 2, S. 24.

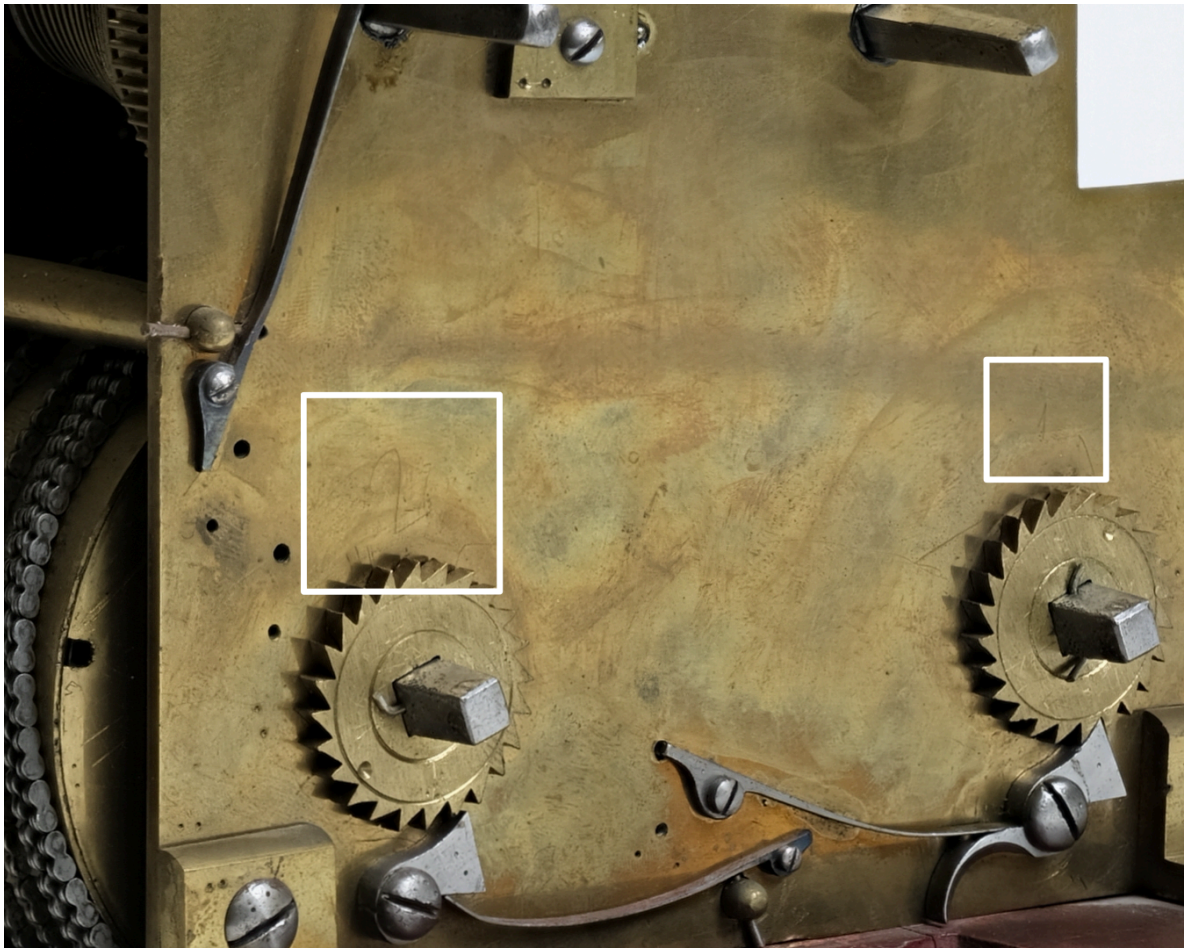


Fig. 32 : Eingeritzte Ziffern «1» und «2» auf der Antriebsplatine.

Reparatur am Blasebalghebel. Der Antriebshebel des Blasebalgs ist sowohl genietet als auch gelötet. Die Verbindung kann als verstärkte Reparatur einer beschädigten oder unzureichend passenden Stelle gedeutet werden. Als Ursache kommen Überlastung oder ein falsch eingestellter Bewegungsradius infrage.

Ungenutzte Bohrungen. Auf der äusseren Antriebsplatine befinden sich neun ungenutzte Bohrungen unterschiedlicher Grösse. Sie weisen auf Anpassungen oder frühere Montagevarianten hin, lassen sich jedoch nicht genauer datieren.

Vergleich mit den Referenzobjekten

Koller Lot 1125 besitzt wie das Studienobjekt einen oberhalb der Stiftwalze angeordneten Antrieb.

MAH H-2022-0449 zeigt einen vergleichbaren Aufbau des Werkes, der jedoch seitlich der Stiftwalze liegt.

HMB 1951.14 hat den Antrieb ebenfalls auf der Zwischenetage oberhalb der Stiftwalze; die einzelnen Komponenten unterscheiden sich jedoch in ihrer Formgebung (Fig. 33 und 34).

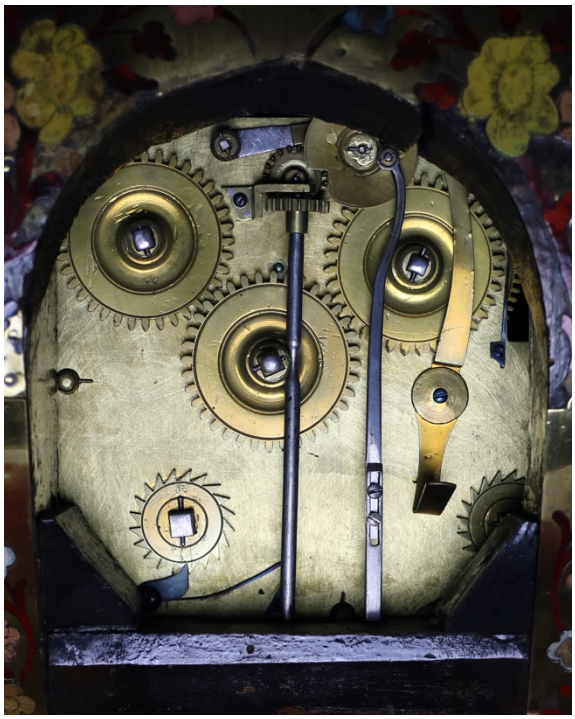


Fig. 33 : Detailansicht des Studienobjekts.



Fig. 34 : HMB 1951.14 Detailansicht.

5.4 Orgelmechanismus mit Stiftwalze

Der Orgelmechanismus umfasst die Stiftwalze, siebzehn Pfeifen, den Blasebalg, die siebzehn Ventilstössel, das Gestell, sowie die Mechanismen zur Melodieauswahl und -blockierung[24].

Befunde

Pfeifen. Die siebzehn Pfeifen liegen zwischen dem Vergleichsobjekt MAH H-2022-0449 mit fünfzehn Pfeifen und den von Leschot 1795 dokumentierten achtzehn bis einundzwanzig Pfeifen (Girardier 2020, S. 216-217). Die XRF-Messungen ergaben eine weitgehend einheitliche Zinn-Blei-Legierung mit 54,2-56,9% Sn, 41,6-44,0% Pb und 0,8-1,1% Cu[25]. Ob die von Selwyn (2004, S. 143) beschriebenen unterschiedlichen Legierungsverhältnisse historischer Orgelpfeifen auch für kleine Pendulenpfeifen gelten, bleibt offen. An allen Verbindungen zur Windlade[26] befinden sich transparente, harzartige Klebespuren (Fig. 35). Ein epoxidharzhaltiger Klebstoff wie Araldit kommt infrage, wurde jedoch nicht analytisch bestätigt. Der Befund weist auf eine spätere Reparatur oder den Austausch einzelner beziehungsweise aller Pfeifen hin. Die Pfeifen 1 und 8 stehen schief, Pfeife 16 trägt ausserdem eine quer verlaufende Kerbe.

[24] Anhang, Fig. 27-30, S. 32-35.

[25] Anhang, Tab. 5, S. 26.

[26] Windkasten unterhalb der Pfeifen, welcher mit ansteuerbaren Ventilen ausgestatten ist.

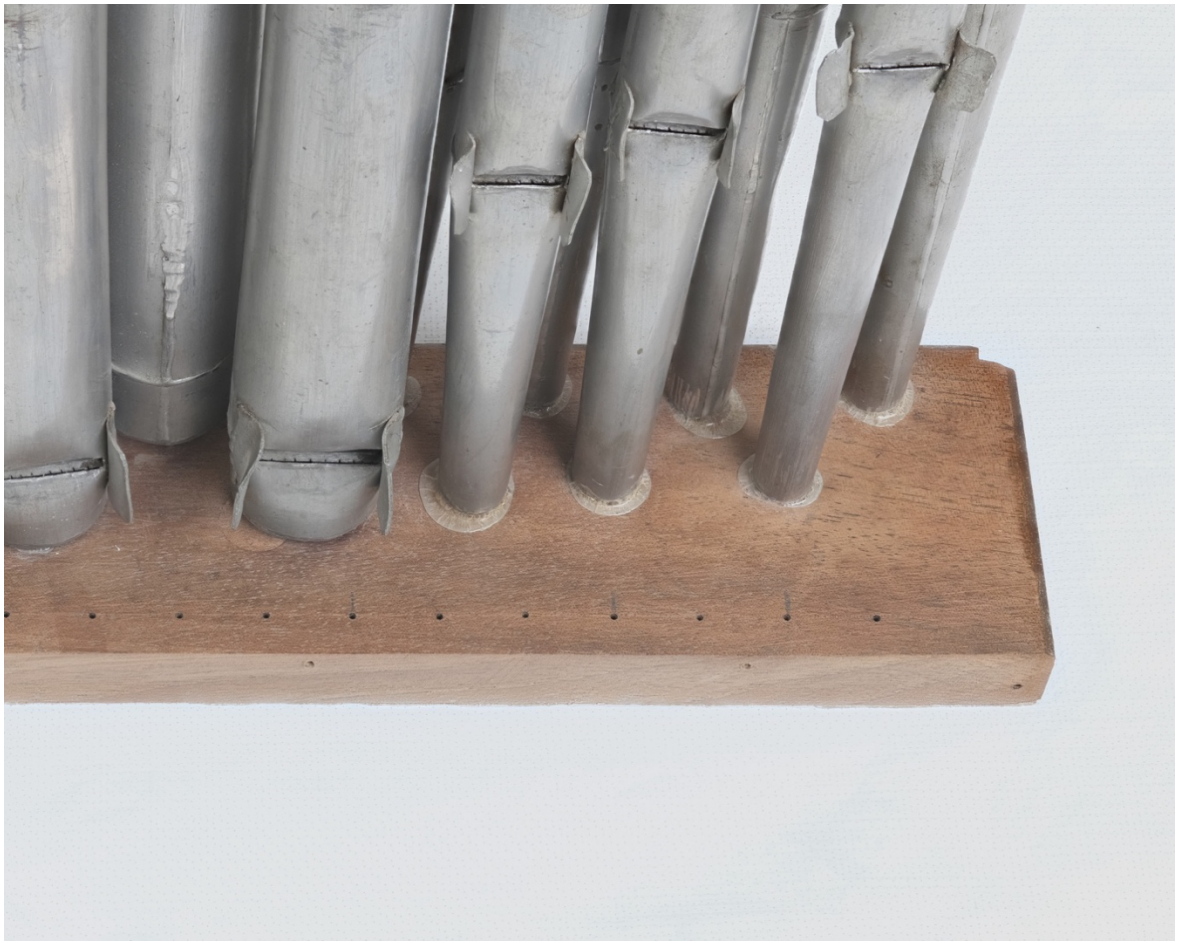


Fig. 35 : Klebung der Pfeifen an der Windlade.

Stiftwalze und Melodieprogramm. Die hölzerne Stiftwalze (Fig. 36) trägt Stifte aus Stahl, deren Anordnung Tonfolge und Rhythmus der Melodien steuert. Meschgang und Weber deuteten das Holz übereinstimmend als Obstholz, Weber präzisierte Birnbaum. An der seitlichen Messingscheibe befindet sich die eingeschlagene Nummer 37, deren Funktion und Datierung ungeklärt sind.



Fig. 36 : Stiftwalze.

Die Bestiftung erscheint visuell vollständig. Insgesamt weist die Walze 136 umlaufende Spuren auf, an denen die Stifte angeordnet sind. Bei siebzehn Pfeifen ergeben sich demnach acht Spuren pro Pfeife. Dies entspricht acht Einrastpositionen des Melodieauswahlrades und belegt eine konstruktive Auslegung auf acht Melodiepositionen. Daraus folgt jedoch nicht zwingend, dass alle acht Positionen mit unterschiedlichen oder vollständig erhaltenen Melodien belegt sind. Ackermann (1984, S. 100) dokumentierte sechs Melodien, während bei der Funktionsprüfung am 26.06.2026 sieben Melodien nachgewiesen wurden. Die drei Angaben stimmen somit nicht überein. Als mögliche Erklärung für die Abweichung zwischen sieben und acht Melodien kommt ein leicht abgeflachter Zahn des Auswahlrads infrage (Fig. 37), der einen Doppelsprung der Sperrklinke und damit das Überspringen einer Position verursachen könnte.

Die Feder der Sperrklinke war bei der Demontage ausserhalb ihrer vorgesehenen Position und wurde bei der Remontage korrigiert. Da auch danach nur sieben Melodien nachweisbar waren, bleibt die Ursache ungeklärt. Eine musikwissenschaftliche Auswertung der Tonaufnahmen wurde von Georg Demel als nicht zielführend eingeordnet[27].

Eine detaillierte Analyse und Decodierung des Stiftmusters bleiben weiterführender Forschung vorbehalten (siehe 7.3). Auf der Schaltschnecke an der Seite der Stiftwalze befindet sich eine eingeritzte tulpenartige Markierung (Fig. 38). Mangels Vergleichsbelegen lässt sie sich nicht sicher als Werkstatt- oder Uhrmachersignatur deuten.

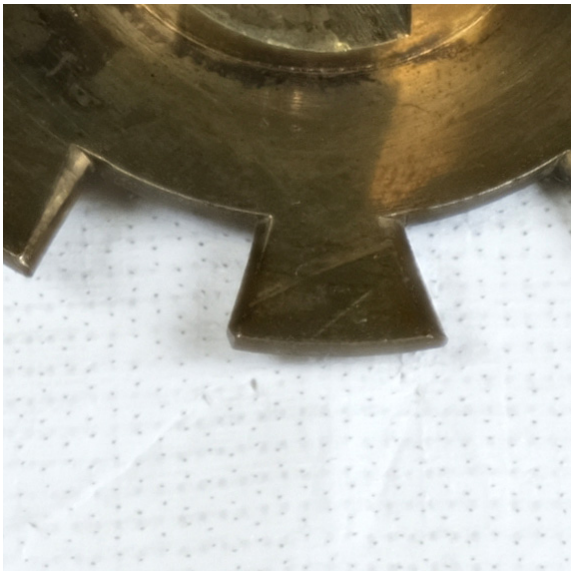


Fig. 37 : Detail vom Zahn.



Fig. 38 : Eingeritzte Tulpe.

[27] Anhang, S. 37.

Blasebalg. Am Leder wurden weder lebende Insektenstadien noch Frassspuren von *Anthrenus*-Larven gefunden. Eine Tierartbestimmung des Leders zur Überprüfung des von Bormann beschriebenen Werkstattstandards von Schaf- oder Ziegenleder (Bormann 1968, S. 274) war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich und stellt eine methodische Grenze dar. Die Tonaufnahmen und die Funktionsprüfung vom 26.06.2026 bestätigen eine unzureichende Windversorgung der Pfeifen. Als Ursachen kommen Undichtigkeiten, die Einstellung der Wippen und des Antriebshebels sowie der Zustand des Blasebalgs infrage; konkrete Leckstellen wurden nicht festgestellt.

Wippenpolster. Die Polster sind uneinheitlich dimensioniert und vermutlich mit Araldit befestigt. Dies weist auf eine spätere Reparatur hin. Zwei gelöste Lederstücke an Wippenpolstern 5 und 12 wurden im Juni 2026 mit Paraloid B-44 (20%ig in Aceton/Ethanol 1/1) gesichert[28].

Holzart der Windlade. Die fotobasierten Einschätzungen widersprechen sich: Meschgang vermutete Eiche, Weber Buche oder Linde[29]. Eine sichere Bestimmung ist ohne Probe oder Untersuchung vor Ort nicht möglich. Eichenholz könnte durch Essigsäureemissionen ein Korrosionsrisiko (Selwyn 2004, S. 119-120) für die Zinn-Blei-Pfeifen darstellen.

[28] Anhang, Fig. 34-35, S. 40.

[29] Anhang, S. 36.

Vergleich mit den Referenzobjekten

HMB 1951.14 besitzt wie das Studienobjekt siebzehn Pfeifen und acht Melodiepositionen; sein Orgelmechanismus trägt eine Jaquet-Droz-Signatur. Es könnte also wegen des Pfeifensatzes ein gemeinsamer Werkstattkontext zwischen der Koller, der HMB und dem Studienobjekt bestehen.

MAH H-2022-0449 unterscheidet sich durch fünfzehn Pfeifen und den seitlich angeordneten Antrieb.

Koller Lot 1125 verfügt ebenfalls über siebzehn Pfeifen (die grössten Pfeifen in der Mitte) und einen oberhalb der Stiftwalze angeordneten Antrieb. Die konstruktive Übereinstimmung ist entsprechend hoch (Fig. 39 und 40).



Fig. 39 : Pfeifenanordnung des Studienobjekts.

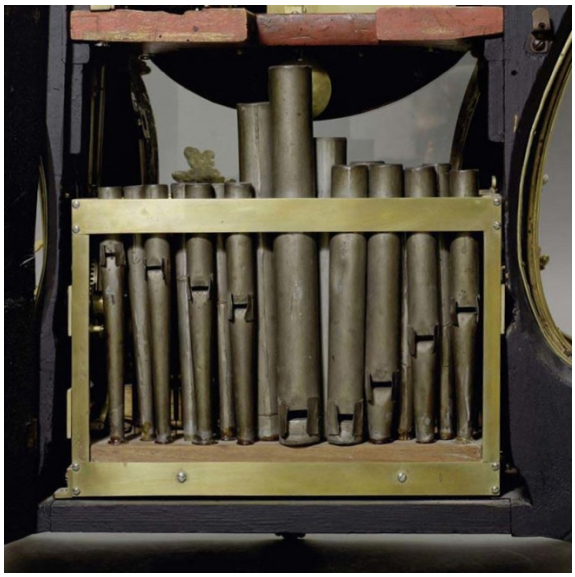


Fig. 40 : Pfeifenanordnung Koller Lot 1125.

5.5 Synthese: Biografie des Objekts

Die Synthese ordnet die in Kapitel 5.1 bis 5.4 dokumentierten Indizien nach dem objektbiografischen Raster von Bonnot den Kategorien *bifurcations, ratés,* und *blocages* zu. Daraus ergibt sich eine plausible, jedoch lückenhafte Rekonstruktion.

Objektinterner Vergleich

Der Vergleich gleichartiger Bauteile zeigt modulspezifische Ausführungsunterschiede. Uhrwerk und Antrieb ähneln sich in der Oberflächenstruktur der Platinen (Fig. 41 und 42), der Radkonstruktion der Räder und den Positionierungsstiften, unterscheiden sich jedoch in der Ausführung gebläuter Oberflächen sowie in der Form von Federn, Brücken, Sperrklinken (Fig. 44 und 45) und Werkpfeilern (Fig. 46 und 47). Am Gestell des Orgelmechanismus sind dagegen deutlichere Feil- und Schleifspuren erkennbar (Fig. 43). Auch die Befestigungsfüsse sind in allen drei Modulen unterschiedlich ausgeführt (Fig. 48 bis 50).

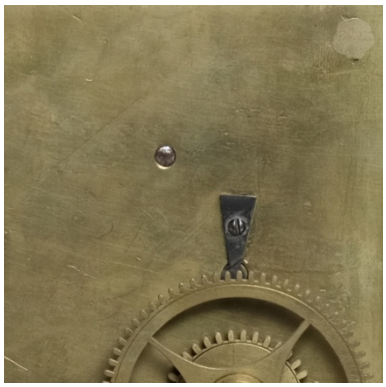


Fig. 41 : Oberflächenstruktur, Uhrwerk.



Fig. 42 : Oberflächenstruktur, Antrieb des Orgelmechanismus.

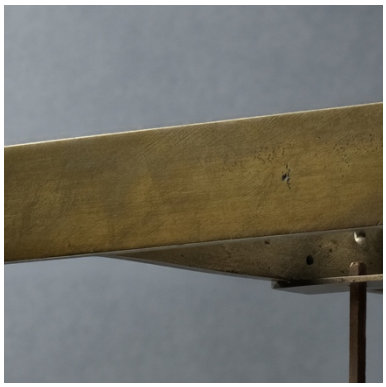


Fig. 43 : Oberflächenstruktur, Orgelmechanismus.



Fig. 44 : Feder und Sperrklinke, Uhrwerk.

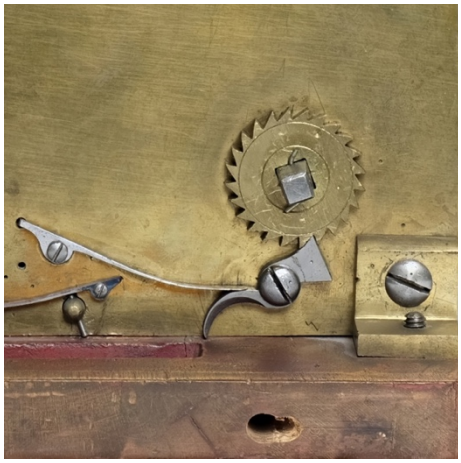


Fig. 45 : Feder und Sperrklinke, Antrieb des Orgelmechanismus.

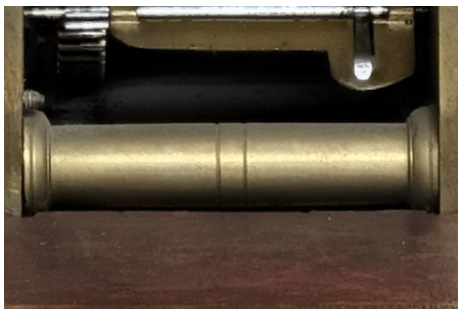


Fig. 46 : Werkfüsse, Uhrwerk.

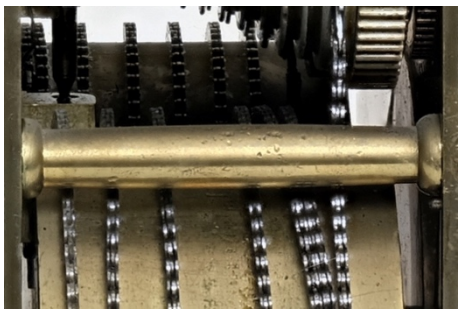


Fig. 47 : Werkfüsse, Antrieb des Orgelmechanismus.

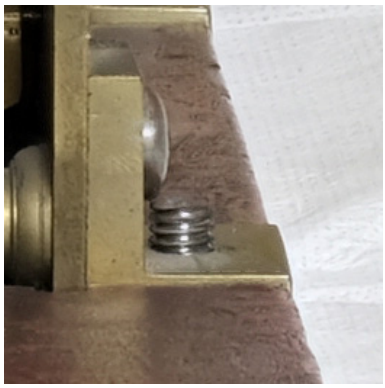


Fig. 48 : Befestigungsfuss, Uhrwerk.

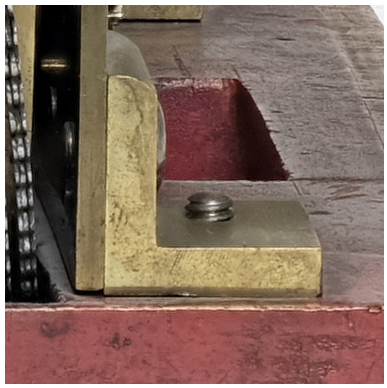


Fig. 49 : Befestigungsfuss, Antrieb des Orgelmechanismus.

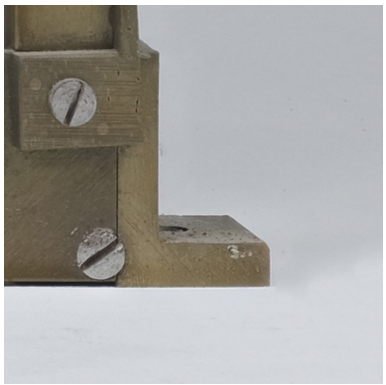


Fig. 50 : Befestigungsfuss, Orgelmechanismus.

Die XRF-Analyse zeigt zwei unterscheidbare Legierungssignaturen an den Platinen[30]; der Orgelmechanismus kombiniert Bauteile beider Signaturen. Aufgrund der oberflächennahen und höchstens halbquantitativen Aussagekraft der XRF-Messungen ist daraus keine eindeutige Produktionszuordnung möglich (Shugar und Mass 2012, S. 29). Die Befunde sind jedoch mit einer arbeitsteiligen Herstellung durch Uhrmacher und spezialisierte Zulieferer vereinbar, wie sie für die Werkstatt Jaquet-Droz dokumentiert ist (siehe Zuschreibung an die Werkstatt Jaquet-Droz). Einzelne Bauteile lassen sich mit den angewandten Methoden keinem bestimmten Zulieferer zuordnen.

Rekonstruktion der Interventionsphasen

Die Objektbiografie lässt sich in vier Phasen gliedern (Fig. 51).

Phase 0: Herstellung um 1780.

Die Datierung beruht auf Ackermann (1984, S. 100). Die ursprüngliche Konfiguration kann aufgrund späterer Veränderungen nicht vollständig rekonstruiert werden.

Phase 1: Eingriffe zwischen Herstellung und Museumseingang (1780 und 1982).

Die Eingriffe lassen sich nicht zu einer gesicherten chronologischen Abfolge ordnen. Der chromhaltige Aussenlack setzt einen *terminus post quem* im frühen 19. Jahrhundert, wahrscheinlich nach 1818 (Bleichromat, siehe 5.1). Das vermutlich aus Viskose bestehende Innentextil wird auf die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts datiert (Bernges, mundl. Mitteilung, 16.06.2026). Die transparenten Klebstoffspuren an Pfeifen und Wippenpolstern könnten von einem epoxidhaltigen Klebstoff wie Araldit stammen und wären bei Bestätigung frühestens ab den späten 1940er Jahren anzusetzen (Huntsman Advanced Materials, o. J., siehe 5.4). Weitere *ratés* (die Reparaturen am Minutenzeiger und am Blasebalghebel, die Retuschen des Zifferblatts sowie die Orientierungsmarkierungen und zusätzliche Bohrungen) sind nicht genauer datierbar. Der Eingang ins HMB im Jahr 1982 bildet für diese nichtdokumentierten Eingriffe eine zeitliche Obergrenze.

[30] Anhang, Tab. 1-4, S. 24-26.

Phase 2: Sammlung und Musealisierung.

Die Aufnahme in die Sammlung Nathan-Rupp (1951 bis 1976), die Übernahme durch das HMB 1982, und die Katalogisierung durch Ackermann 1984 bilden dokumentierte *bifurcations.* Ackermanns Angabe von sechs Melodien stellt zugleich den frühesten Wert innerhalb der heutigen Diskrepanz zwischen sechs, sieben und acht Melodienpositionen dar (siehe 5.4).

Phase 3: Untersuchung und Konservierung (2026).

Im Juni 2026 wurden der Orgelmechanismus gereinigt, das Gehäuse mit einer Ethafoam®-Unterstützung stabilisiert, die Zapfen des Orgelmechanismus mit Moebius® D-4 geölt, zwei gelöste Wippenpolster gesichert[31] und die Sperrklinkenfeder korrigiert (siehe 6.3). Ergänzend erfolgten XRF-Messungen, die Tonaufnahmen und CAD-Dokumentationen des Orgelmechanismus. Die weiterhin bestehenden *blocages* sind funktionelle Konsequenzen der vorangegangenen Eingriffe und werden in 6.1 bewertet.

[31] Anhang, Fig. 31-40, S. 38-43.

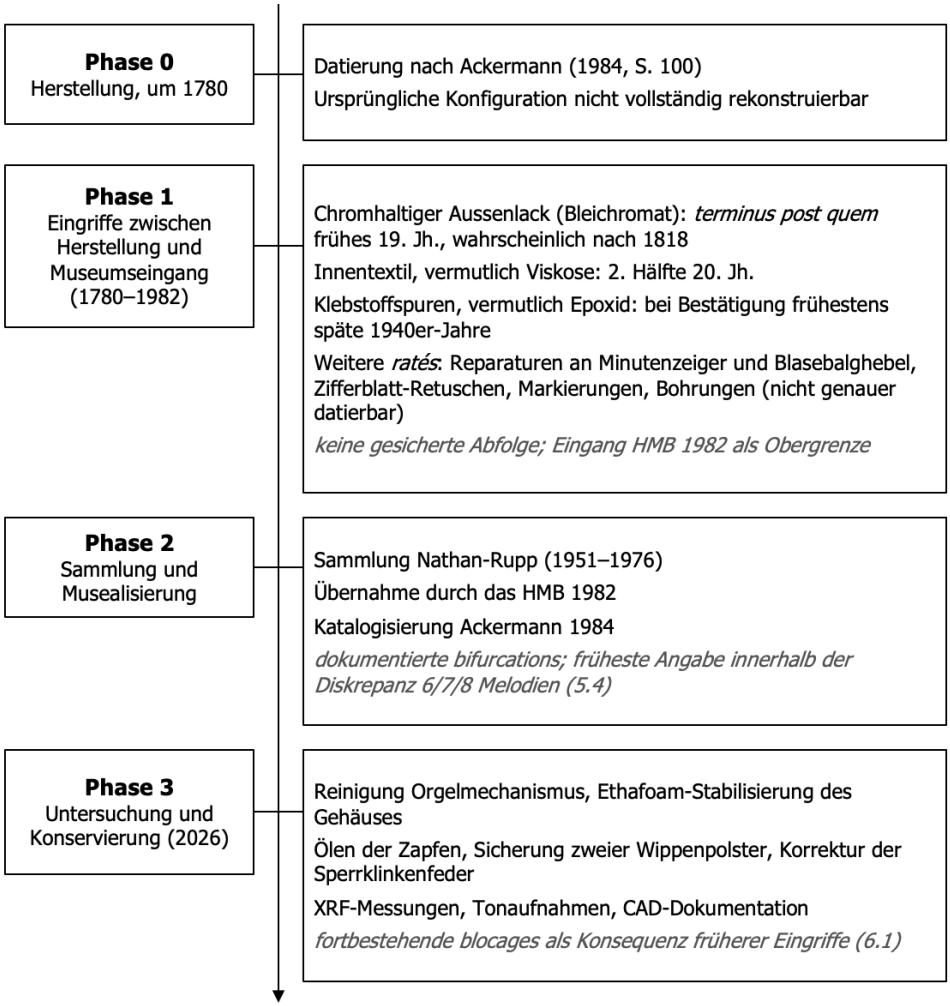


Fig. 51 : Zeitstrahl der Phasen.

Zuschreibung an die Werkstatt Jaquet-Droz

Das stärkste Zuschreibungsargument ergibt sich aus der Verbindung der drei Referenzobjekte. Der Orgelmechanismus von HMB 1951.14 trägt die Signatur « P Jaquet Droz à la Chaux-de-Fonds en Suisse» und stellt damit einen signierten Referenzpunkt dar. Koller Lot 1125 weist deutliche Ähnlichkeiten zu HMB 1951.14 in Gehäuseform und Ornamentik auf, während seine Werkarchitektur dem Studienobjekt weitgehend entspricht. Konstruktive Parallelen zur signierten MAH H-2022-0449, insbesondere bei Gehäuseform und Zifferblattträger, ergänzen diese Vergleichskette.

Die Signatur eines Referenzobjekts kann jedoch nicht unmittelbar auf das Studienobjekt übertragen werden. Übereinstimmungen können ebenso auf zeittypische Konstruktionen,

gemeinsame Zulieferer oder spätere Veränderungen zurückgehen. Chapuis führte bereits unsignierte Objekte als Pierre Jaquet-Droz zugeschrieben auf (Chapuis 1931, S. 103, Fig. 162), während Girardier darauf hinweist, dass selbst Jaquet-Droz-Signaturen nicht in jedem Fall eine sichere Garantie der Authentizität darstellen (Girardier 2020, S. 339).

Die modulspezifischen Unterschiede innerhalb des Studienobjekts sind mit der für Jaquet-Droz dokumentierten arbeitsteiligen Produktion vereinbar. Chapuis nennt spezialisierte Zulieferer für Pfeifenwerke, Stiftwalzen, Musikmechanismen und musikalische Arrangements, darunter J.-R. Matiatek (ab 1770 als Lieferant der *jeux-de-flûtes*), Maurice Steiner (Walzen), D.-G. Engel sowie David Ducommun-dit-Verron und J.-R. Ansermier (Musikmechanismen) (Chapuis 1917, Kap. XII, S. 350, Fn. 2 und S. 351). Girardier ergänzt Nicolas Denis aus Mirecourt als Lieferant von Orgelbauteilen.
Einen weiteren Bereich betraf die Einrichtung des Melodieprogramms. Der Organist Bennard war an der musikalischen Ausarbeitung beteiligt, während Aimé Robert und Jean-Pierre Ducommun die Walzenstifte setzten (Chapuis 1917, S. 351). Auch Henri-Louis Jaquet-Droz komponierte Melodien für das Repertoire der Werkstatt (Girardier 2020, S. 215). Ein Vergleich der Partituren der Walze mit dem Repertoire der Werkstatt Jaquet-Droz bleibt als weiterführender Forschungspfad ausgewiesen (siehe 7.3). Da vergleichbare Produktionsnetzwerke regional verbreitet waren, ist diese Übereinstimmung mit der Zuschreibung vereinbar, bildet jedoch keinen eigenständigen Nachweis.

Eine sichere Unterscheidung zwischen Pierre, Henri-Louis Jaquet-Droz oder einer gemeinschaftlichen Produktion ist nicht möglich. Perregaux und Perrot stellen diese Frage bereits für MAH H-2022-0449 (« est-elle du père ou du fils, ou de tous deux à la fois ? » 1916, S. 236), und verweisen darauf, dass Pierre Jaquet-Droz in der Regel mit seinem Vornamen signierte, was bei einer Signatur ohne Vornamen also auf Henri-Louis oder eine gemeinsame Produktion deuten könnte. Zudem existierten in den 1780er Jahren parallel Werkstatt- und Niederlassungsstrukturen in La Chaux-de-Fonds, Genf und London, was eine stilistische Zuordnung zusätzlich erschwert. Insgesamt sprechen die materiellen und typologischen Befunde für eine Zuschreibung an die Werkstatt Jaquet-Droz. Ackermanns spezifische Zuschreibung an Pierre Jaquet-Droz (1984, S. 100) ist dagegen materiell nicht belegt. Eine Auswertung der Werkstattbücher, die Klärung der Nummern 3486 und 37 sowie die

Decodierung und der Vergleich des Melodieprogramms könnten die Einordnung weiter präzisieren (siehe 7.3).

Methodische Grenzen

Die Datierung der Eingriffe zwischen Herstellung und Museumseingang bleibt unscharf, da die materiellen Anker (Aussenlack, Textilersatz, vermuteter Araldit und Eingang in das HMB) keine gesicherte Reihenfolge ergeben. Offen bleiben insbesondere die Authentizität beziehungsweise Reparaturgeschichte des Pfeifensatzes, Funktion der Nummern 3486 und 37, einzelne Materialbestimmungen und die Identifikation der Melodien. Ohne Transkription der Codierung der Walzen ist kein Abgleich mit überlieferten Partitionen möglich[32]. Auch die Provenienz vor der Sammlung Nathan-Rupp ist nicht dokumentiert. Diese Unsicherheiten bilden die Ausgangspunkte für die in Kapitel 7.3 formulierten weiteren Forschungen.

6. Funktioneller Zustand und konservatorische Konsequenzen

6.1 Erhebung des funktionellen Zustands

Am Gehäuse weisen die verschobenen Füsse und die drei fehlenden Befestigungsschrauben auf ein statisches Problem hin, das durch eine angepasste Lagerung stabilisiert wurde (siehe 5.1). Fünf *Anthrenus*-Larvenhüllen ohne lebende Stadien belegen einen früheren Befall und ein potenzielles Risiko für Leder und Wippenpolster (siehe 5.1). Das Uhrwerk wurde gemäss ECCO Art. 8 nicht demontiert, sondern ausgebaut geprüft. Uhrwerk und Schlagwerk sind vollständig; alle zugänglichen Komponenten sind beweglich. Verharzte Schmierstoffe verhindern jedoch einen sicheren Betrieb ohne konservatorische Reinigung und Neuschmierung. Die Windversorgung des Orgelmechanismus ist ungenügend. Sieben Melodien konnten dokumentiert werden (Tonaufnahmen vom 26.06.2026). Ein ausreichender Ton entstand nur bei manueller Betätigung des Balges. Alle Pfeifen wurden mit einem externen Prüfblasebalg einzeln getestet und sind funktionsfähig[33].

[32] Anhang, S. 37.

[33] Anhang, Fig. 40, S. 43.

Der Melodieblockierhebel rastet nicht ein und die automatische Auslösung erfolgt zur halben statt zur vollen Stunde. Ölspuren am gesamten Mechanismus belegen frühere Schmierungen.

6.2 Risiken

Bei einer Wiederinbetriebnahme entstehen Verschleiss an den Pivots, der Hemmung und weiteren Funktionsflächen. Längere Stillstandszeiten können dieses Risiko zusätzlich erhöhen (Moss 2003, S. 2-3). Die aufgefundenen Exuvien weisen zudem auf ein potenzielles Befallrisiko für organische Materialien hin. An den Blei-Zinn-Pfeifen besteht ausserdem die Möglichkeit einer Korrosion durch Essigsäureemissionen der Holzbauteile. Dieses Risiko wäre erhöht, falls die Windlade tatsächlich aus Eichenholz besteht (siehe 5.4).

6.3 Empfehlungen

Das Objekt sollte nach ASHRAE-Empfehlung für Museen bei 21 ± 2 °C und 50 ± 5 % relativer Feuchte (Option AA) gelagert werden (Michalski 2007, S. 7). Bei möglicher Exposition in einem historischen Gebäude wie dem Haus zum Kirschgarten wäre eine leicht grössere Toleranz vertretbar. Das Objekt sollte zudem staubgeschützt und lichtreduziert gelagert werden. Die Empfehlung liegt bei 150 Lux für die Lackflächen und 50 Lux für die Innenauskleidung (Michalski 2018). Trotz fehlender lebender *Anthrenus*-Stadien ist es in das Integrierte Schädlingsmanagement (IPM) des Museums aufzunehmen. Empfohlen werden Klebefallen und regelmässige Inspektion der gefährdeten Leder- und Holzelemente. Bei einer künftigen Demontage von Uhrwerk und Antrieb wird eine konservatorische Reinigung empfohlen. Gealterte Schmierstoffe können saure Zersetzungsprodukte enthalten und Korrosion begünstigen (Moss 2003, S. 3). Da ihre Zusammensetzung nicht identifiziert wurde, bleibt dieses Risiko bestehen.

Von einer dauerhaften Wiederinbetriebnahme wird abgeraten. Punktuelle Aktivierungen für dokumentarische Ton- und Videoaufnahmen sind im Rahmen von ECCO Art. 6 und Art. 8 vertretbar. Voraussetzung sind eine kontrollierte Schmierung, wie im Falle des Orgelmechanismus die Lager mit Moebius® D-4, ein überwachter Ablauf und die anschliessende Entfernung überschüssigen Öls (analoge Praxis am MAH Genève, Fallet mündl. Mitteilung August 2024).

7. Diskussion der Ergebnisse

7.1 Aussagekraft und Grenzen der Untersuchung

Da Uhrwerk und Antrieb des Orgelmechanismus nicht demontiert wurden, stützt sich ihre Beurteilung auf äussere Beobachtungen und begrenzte Funktionsprüfungen. Auch die Holzart konnte nicht eindeutig bestimmt werden, da Einschätzungen von Weber und Meschgang voneinander abweichen und nur Fotografien vorlagen. Dies schränkt die Bewertung einer Bleikorrosion ein. Die Anfrage an Girardier zur Werksnummer blieb bis zum Abschluss der Arbeit unbeantwortet; auch die Provenienz vor 1951 konnte nicht rekonstruiert werden. Eine vollständige Rekonstruktion der Melodien war im gegenwärtigen Objektzustand nicht möglich. Die angekündigten XRF-Messungen am Vergleichsobjekt MAH H-2022-0449 lagen bis zum Abgabetermin ebenfalls nicht vor.

7.2 Methodische Reflexion

Die Zuschreibung an die Werkstatt Jaquet-Droz wird durch materielle Befunde, typologische Vergleiche mit den Referenzobjekten und XRF-Ergebnisse gestützt (siehe 5.5), kann jedoch nicht abschliessend bestätigt werden. Einzelne Übereinstimmungen können ebenso auf zeittypische Konstruktionsweisen, spezialisierte Zulieferer oder spätere Reparaturen zurückgehen.

Der objektbiografische Ansatz nach Bonnot erwies sich als geeignet, da er Reparaturen, Funktionsverluste, Materialwechsel und Musealisierung nicht nur als Abweichungen von einem Originalzustand, sondern als Bestandteile der Objektgeschichte sichtbar macht. Zugleich bleibt die Einteilung in *bifurcations, ratés* und *blocages* interpretativ und muss an konkrete materielle Befunde gebunden werden.

7.3 Weiterführende Forschung

Die wichtigste Achse ist die zweidimensionale Digitalisierung und Decodierung der Stiftwalze sowie der Abgleich der Melodien mit dem Repertoire der Werkstatt Jaquet-Droz. Weitere Ansätze bilden die Provenienzrecherche in Auktionskatalogen und die Archivrecherche zur Familie Rupp, der XRF-Vergleich MAH H-2022-0449 sowie die Auswertung der Werkstattbücher im Hinblick auf die Werksnummer 3486 und die Walzennummer 37.

8. Fazit

Die erste Forschungsfrage lässt sich anhand materieller und dokumentarischer Hinweise beantworten. Als materielle Datierungsanker dienen insbesondere die schwarze Überlackierung, der Ersatz des Innentextils, die vermutete Verwendung von Araldit sowie der Eingang ins HMB als zeitliche Obergrenze früherer Eingriffe. Dokumentarisch belegt sind die Aufnahme in die Nathan-Rupp-Sammlung, der Eingang in das HMB und die Katalogisierung durch Ackermann. Die Abfolge von der Herstellung, späteren Interventionen, Musealisierung und aktueller Untersuchung ist damit grundsätzlich nachvollziehbar. Die genaue Datierung und Reihenfolge der Interventionen bleiben jedoch offen.

Zur zweiten Forschungsfrage zeigt sich, dass Uhr- und Schlagwerk vollständig und die zugänglichen Komponenten beweglich sind. Verharzte Schmierstoffe schliessen einen sicheren Betrieb ohne konservatorische Reinigung und Ölung aus. Der Orgelmechanismus spielt sieben von vermutlich acht Melodien, erreicht jedoch nur bei manueller Betätigung des Blasebalgs eine ausreichende Lautstärke. Weitere Risiken bestehen durch möglichen Insektenbefall, die instabilen Gehäusefüsse und eine mögliche Bleikorrosion.
Die konservatorischen Konsequenzen sind der Verzicht auf eine dauerhafte Wiederinbetriebnahme, ein aktives IPM-Monitoring, die Prävention der Bleikorrosion und die weitere Abklärung der Holzarten. Bereits umgesetzt wurden im Juni 2026 die Reinigung des demontierten Orgelmechanismus, die Konditionierung des Gehäuses, die Ölung der Pivots am Orgelmechanismus, die Sicherung gelöster Wippenpolster und die Korrektur der Sperrklinkenfeder.

Beitrag der Arbeit. Die Arbeit liefert eine materielle Einzelstudie zu einer der Werkstatt Jaquet-Droz zugeschriebenen Orgeluhr, überträgt den objektbiografischen Ansatz nach Bonnot (2015) auf uhrmacherisches Kulturgut, schafft einen XRF-Datensatz an einem historischen Uhrwerk und Orgelspielwerk und damit eine Grundlage für die weitere konservatorische Betreuung des Objekts.

Die HMB 1982.1134 bleibt damit kein abgeschlossener Katalogeintrag, sondern ein fortlaufender biografischer Fall.

9. Literaturverzeichnis

ACKERMANN, Hans Christoph, 1984. *Die Uhrensammlung Nathan-Rupp im Historischen Museum Basel*. Fotografie Maurice Babey. München: Callwey Verlag. 335 S. ISBN 3-7667-0724-8.

BONNOT, Thierry, 2015. La biographie d'objets: Une proposition de synthèse. *Culture & Musées* [online]. Nr. 25, S. 165 bis 183. DOI 10.4000/culturemusees.543. Verfügbar unter: https://journals.openedition.org/culturemusees/543 [abgerufen am 12. Juni 2026].

BORMANN, Karl, 1968. *Orgel- und Spieluhrenbau. Kommentierte Aufzeichnungen des Orgel- und Musikwerkmachers Ignaz Bruder (1829) und die Entwicklung der Walzenorgeln*. Zürich: Sanssouci Verlag. 332 S. ISBN 3-7254-0043-1.

BURGESS, Aaron, 2014. Shattered Earth: The Treatment of a Twentieth Century Clock and Globe [online]. Beitrag zur ANAGPIC Annual Student Conference, Buffalo (NY), 10. bis 13. April 2014. Buffalo (NY): The State University of New York College at Buffalo, Art Conservation Department. Verfügbar unter: https://resources.culturalheritage.org/anagpic-student-papers/wp-content/uploads/sites/11/2020/04/anagpic_2014_burgess_paper.pdf [abgerufen am 28. September 2026].

CHAPUIS, Alfred, 1917. *Histoire de la pendulerie neuchâteloise (horlogerie de gros et moyen volume)*. Paris; Neuchâtel: Attinger Frères Éditeurs.

CHAPUIS, Alfred, 1931. *Pendules Neuchâteloises. Documents Nouveaux*. Neuchâtel: Librairie Maurice Reymond & ses fils. 273 S.

EUROPEAN CONFEDERATION OF CONSERVATOR-RESTORERS' ORGANISATIONS (E.C.C.O.), 2003. *Professional Guidelines (II): Code of Ethics* [online]. Brüssel: E.C.C.O., verabschiedet am 7. März 2003. Verfügbar unter: https://www.ecco-eu.org/wp-content/uploads/2021/03/ECCO_professional_guidelines_II.pdf [abgerufen am 22. Juni 2026].

GASSMANN, Patrick, 2018. Analyses dendrochronologiques de la pendule. In: BOSSHART, Nicole (Hrsg.). *La Pendule à oiseau chantant, Pierre Jaquet-Droz (1760 bis 1913)*. Le Locle: Musée d'horlogerie du Locle, Château des Monts; Neuchâtel: Alphil-Presses universitaires suisses, S. 34 bis 38. (Rêves en trois temps. Automates & merveilles; Bd. 2). ISBN 978-2-88930-189-8.

GIRARDIER, Sandrine, 2020. *L'entreprise Jaquet-Droz: Entre merveilles de spectacle, mécaniques luxueuses et machines utiles (1758 bis 1811)*. Neuchâtel: Alphil-Presses universitaires suisses. 604 S. (Histoire; Bd. 396). ISBN 978-2-88930-300-7.

HEGINBOTHAM, Arlen, ERDMANN, Robert und HAYEK, Lee-Ann C., 2018. The dating of French gilt bronzes with ED-XRF analysis and machine learning. Journal of the American Institute for Conservation. Bd. 57, Nr. 4, S. 149 bis 168. DOI 10.1080/01971360.2018.1515389.

HELWIG, Kate, 1997. A Note on Burnt Yellow Earth Pigments: Documentary Sources and Scientific Analysis. *Studies in Conservation*. Bd. 42, Nr. 3, S. 181 bis 188.

HUNTSMAN CORPORATION, o. J. *About Araldite* [online]. Huntsman International LLC. Verfügbar unter: https://www.go-araldite.com/en/about [abgerufen am 18. Juli 2026].

KOLLER AUKTIONEN, 2014. *A168 Möbel & Skulpturen* [online]. Auktion vom 27. März 2014, 10.00 Uhr, Lot 1125. Zürich: Koller Auktionen. Verfügbar unter: https://www.kollerauktionen.ch/de/-1168_62018.html [abgerufen am 18. Juli 2026].

KÜHN, Hermann und CURRAN, Mary, 1986. Chrome Yellow and Other Chromate Pigments. In: FELLER, Robert L. (Hrsg.). *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, Bd. 1. Washington: National Gallery of Art; Cambridge: Cambridge University Press, S. 187 bis 217.

MICHALSKI, Stefan, 2007. *The Ideal Climate, Risk Management, the ASHRAE Chapter, Proofed Fluctuations, and Toward a Full Risk Analysis Model* [online]. Beitrag zum Experts'

Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies, Teneriffa, April 2007. Los Angeles: Getty Conservation Institute. Verfügbar unter: https://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_michalski.pdf [abgerufen am 18. Juli 2026].

MICHALSKI, Stefan, 2018. *Agent of Deterioration: Light, Ultraviolet and Infrared* [online]. Ottawa: Canadian Conservation Institute. Verfügbar unter: https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/light.html [abgerufen am 5. Juli 2026].

MOSS, James, 2003. Concerns regarding the Conservation of Functional Horological Objects [online]. *Conservation OnLine (CoOL), Conservation DistList Instance 16:46*. 31. Januar 2003. Verfügbar unter: https://cool.culturalheritage.org/byauth/moss/concerns.html [abgerufen am 27. Mai 2026].

MOURET, Dominique und FALLET, Estelle, 2026. *Description de la pendule Effinger, constat d'état, devis et bibliographie*. Genf: Musée d'art et d'histoire (MAH). Interner Bericht, 21. Mai 2026. Unveröffentlicht.

MUSÉE D'ART ET D'HISTOIRE DE GENÈVE, o. J. *Pendule à sonnerie et musique et son socle, Inv. H-2022-0449* [online]. Genf: Musée d'art et d'histoire. Verfügbar unter: https://www.mahmah.ch/collection/oeuvres/pendule-sonnerie-et-musique-et-son-socle/h-2022-0449 [abgerufen am 27. Mai 2026].

NOTTON, David G., 2018. *Identifying insect pests in museums and heritage buildings*. 2. Aufl. London: The Natural History Museum.

PERREGAUX, Charles und PERROT, François-Louis, 1916. *Les Jaquet-Droz et Leschot*. Neuchâtel: Attinger Frères Éditeurs.

SELWYN, Lyndsie, 2004. *Metals and Corrosion: A Handbook for the Conservation Professional*. Ottawa: Canadian Conservation Institute. 225 S. ISBN 0-662-37984-1.

SHUGAR, Aaron N. und MASS, Jennifer L., 2012. Introduction. In: SHUGAR, Aaron N. und MASS, Jennifer L. (Hrsg.). *Handheld XRF for Art and Archaeology*. Leuven: Leuven University Press, S. 17 bis 35. (Studies in Archaeological Sciences; Bd. 3). ISBN 978-90-5867-907-9.

STRATMANN, Martin, 1973. *Erkennen und Identifizieren der Faserstoffe*. Teildruck T 16 aus *Handbuch für Textilingenieure und Textilpraktiker*. Stuttgart: Dr.-Ing. Oskar Spohr-Verlag Nachf.

10. Abbildungsverzeichnis

Fig. 1 : *Gesamtansicht der Orgeluhr HMB 1982.1134.* 15
Fig. 2 : *Rückseite der Orgeluhr.* 16
Fig. 3 : Ansicht vom Uhrwerk, Antrieb des Orgelmechanismus und Orgelmechanismus. 17
Fig. 4 : Zusammenspiel der drei Werke und Energiefluss. 19
Fig. 5 : Querschnitt, Pfeifenventil im Windfang geschlossen (links) und geöffnet (rechts). 22
Fig. 6 : Schaltschnecke mit Auslösehebel für den Weiterschaltmechanismus der Melodie und Blockadesystem. 23
Fig. 7 : Melodieauswahlrad und Schiebefinger am Auslösehebel für den Weiterschaltmechanismus der Melodie. 23
Fig. 8 : Verschiebung der Stiftwalze durch das Melodieauswahlrad, welches die axiale Position bestimmt. Leichte Verschiebung (links) und kurz vor der maximalen Verschiebung (rechts). 24
Fig. 9 : Gesamtansicht HMB 1951.14. 27
Fig. 10 : Gesamtansicht MAH H-2022-0449. 27
Fig. 11 : Gesamtansicht Koller Lot 1125. 27
Fig. 12 : Fasern des Innentextils, Auflichtmikroskopie, mit längs verlaufenden Rillen. 32
Fig. 13 : Referenzbild für Viskose. 32
Fig. 14 : Fettfleck auf der Innenseite des Textils der Rücktür. 33
Fig. 15 : Exuvie im Gehäuseboden. 34
Fig. 16 : Exuvie unter Mikroskop. 34
Fig. 17 :Messingwinkel im Deckelaufsatz. 35
Fig. 18 : Ungenutzte Bohrungen an der Gehäuseoberseite. 36
Fig. 19 : Aussparungen in der Rücktür für Federhaus und Pfeifen. 36
Fig. 20 : Aussparung Frontplatte für die Glocken und das Federhaus des Antriebs. 36
Fig. 21 : Fehlende Schrauben im Fuss. 37
Fig. 22 : Verschobener Fuss. 37
Fig. 23 : Einschränkung vom Bewegungsradius des Melodieblockierhebels und Verdeckung der Indikation. 38
Fig. 24 : Frontplatte nach Abnahme der Dekoration, versetzte Bohrlöcher und Indikation «même» und «autre». 38
Fig. 25 : Eingeklemmte Messingplatte zwischen Gehäuse und Frontplatte. 38

Fig. 26 : Werksnummer 3486. 40
Fig. 27 : Nicht ausgerichtete Orientierungslöcher. 40
Fig. 28 : Zifferblatt mit erkennbaren Retuschen unter UV-A-Strahlung. 41
Fig. 29 : Minutenzeiger Rückseite mit sichtbarer Reparatur. 42
Fig. 30 : Uhrwerk Studienobjekt. 44
Fig. 31 : Uhrwerk Koller Lot 1125. 44
Fig. 32 : Eingeritzte Ziffern «1» und «2» auf der Antriebsplatine. 46
Fig. 33 : Detailansicht des Studienobjekts. 47
Fig. 34 : HMB 1951.14 Detailansicht. 47
Fig. 35 : Klebung der Pfeifen an der Windlade. 49
Fig. 36 : Stiftwalze. 50
Fig. 37 : Detail vom Zahn. 51
Fig. 38 : Eingeritzte Tulpe. 51
Fig. 39 : Pfeifenanordnung des Studienobjekts. 53
Fig. 40 : Pfeifenanordnung Koller Lot 1125. 53
Fig. 41 : Oberflächenstruktur, Uhrwerk. 54
Fig. 42 : Oberflächenstruktur, Antrieb des Orgelmechanismus. 54
Fig. 43 : Oberflächenstruktur, Orgelmechanismus. 54
Fig. 44 : Feder und Sperrklinke, Uhrwerk. 55
Fig. 45 : Feder und Sperrklinke, Antrieb des Orgelmechanismus. 55
Fig. 46 : Werkfüsse, Uhrwerk. 55
Fig. 47 : Werkfüsse, Antrieb des Orgelmechanismus. 55
Fig. 48 : Befestigungsfuss, Uhrwerk. 55
Fig. 49 : Befestigungsfuss, Antrieb des Orgelmechanismus. 55
Fig. 50 : Befestigungsfuss, Orgelmechanismus. 55
Fig. 51 : Zeitstrahl der Phasen. 58

11. Bildnachweis

Sofern nicht anders angegeben: © HE-Arc, Conservation-restauration, Bruno Fröhlich, 2026.

Fig. 5-8: © Stefan Kraus, 2026.

Fig. 9, 34: © Historisches Museum Basel.

Fig. 10: © Musée d'art et d'histoire de Genève.

Fig. 11, 31, 40: © Koller Auktionen Zürich.

Fig. 13: Aus Stratmann 1973, Bild 79, S. 42.

haute école neuchâtel berne jura — arc conservation restauration neuchâtel

Anhänge: Materielle Biografie einer Pierre Jaquet-Droz zugeschriebenen Orgeluhr, Historisches Museum Basel

Bachelorarbeit vorgelegt von:

Bruno Fröhlich



Zur Erlangung des

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation

Objets scientifiques, techniques et horlogers

Studienjahr 2025-2026

Abgabe der Arbeit: 20.07.2026

Prüfung: 25.08.2026

Seitenzahl: 47

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Inhaltsverzeichnis

1. Objektdokumentation HMB 1982.1134 2

2. Technische Zeichnungen des Orgelmechanismus 10

3. Vergleichsobjekte 16

3.1 HMB 1951.14 16

3.2 MAH H-2022-0449 19

3.3 Koller Lot 1125 22

4 Röntgenfluoreszenzanalyse 24

5 Fotografische Detaildokumentation 28

5.1 Uhrwerk und Antrieb 28

5.1 Orgelmechanismus 32

5. Konsultationen 36

6.1 Holzartbestimmung 36

6.2 Musikwissenschaftliche Konsultation 37

7. Konservatorische Massnahmen 38

8. Abbildungsverzeichnis 44

9. Tabellenverzeichnis 46

10. Bildnachweis 47

1. Objektdokumentation HMB 1982.1134

Zeichen:

Inschriften:

wo:

Herkunft:

Beschreibung:

66. Stutzuhr mit Orgelspielwerk

Gehäuse: aussen schwarz und innen rot gefasstes Holzgehäuse mit fein ziselierten und feuervergoldeten Bronzen in strengen Louis XVI-Formen. Seitliche Türen, Rücktür, sowie Rückseite des Aufsatzes mit vergoldetem Gitter durchbrochen und mit rosa Seide hinterlegt als Schallöffnungen. Zwei seitliche Traggriffe. Verglaste Tür an der Vorderseite mit Stichbogen über dem Zifferblatt. Zifferblattplatine aus vergoldetem Messing und unter dem Zifferblatt reich zisilierte und feuervergoldete Bronzeapplike mit Akanthuslaubwerk und Blumen.

Zifferblatt weiss emailliert mit arabischen Minuten, Minutenpunktring und römischen Stundenzahlen von I-XII. Zwei durchbrochene und vergoldete Barockzeiger.

Werk: Gehwerk mit Spindelgang, geschlossenen Federhäusern und Rückpendel. Viertelstunden- und Stundenschlag auf zwei Glocken. Auf der Rückplatine die Nummer 3486. Orgelwerk mit zwei Federhäusern mit Antrieb von Kette auf Schnecke, es betätigt zwei Blasebälge, sowie die mit Metallstiften versehene Holzwalze, welche die Melodien auf Zinnpfeifen überträgt. Das Orgelwerk spielt abwechselnd sechs Melodien. Die Uhr wird Pierre Jaquet-Droz (1721-1790) zugeschrieben.

acht
17 Pfeifen

Forts. rücks.

Datierung (Begründung):

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 Erwerb. Standort Restaur. Foto

HISTORISCHES MUSEUM BASEL

Abt. M.G.Räderuhr. Inv. Nr.: 1982.1134

Entstehungszeit: um 1770

Entstehungsort: La Chaux-de-Fonds

Objekt:
Grosse Orgeluhr
Pierre Jacquet-Droz(1721-1790) zugeschrieben
mit 8 wechselnden Melodien

Standort: K G III, 27 Nr. 39

Negativ-Nr.: A1094, A1095, C13048

Photograph: Babey



A1094

Zubehör:

Typ:

Material:

Technik:

Funktion:

Zustand (Restaurierungsjahr, etc.):

Maße: Höhe:83cm.Breite:43cm.Tiefe:29,5cm.

Gewicht:

Donator: Carl und Lini Nathan-Rupp, Binningen

Erwerbungsart, -jahr: L. 1982

Fig. 1 : Objekteintrag HMB 1982.1134 aus der Museums-Datenbank, Vorderseite.

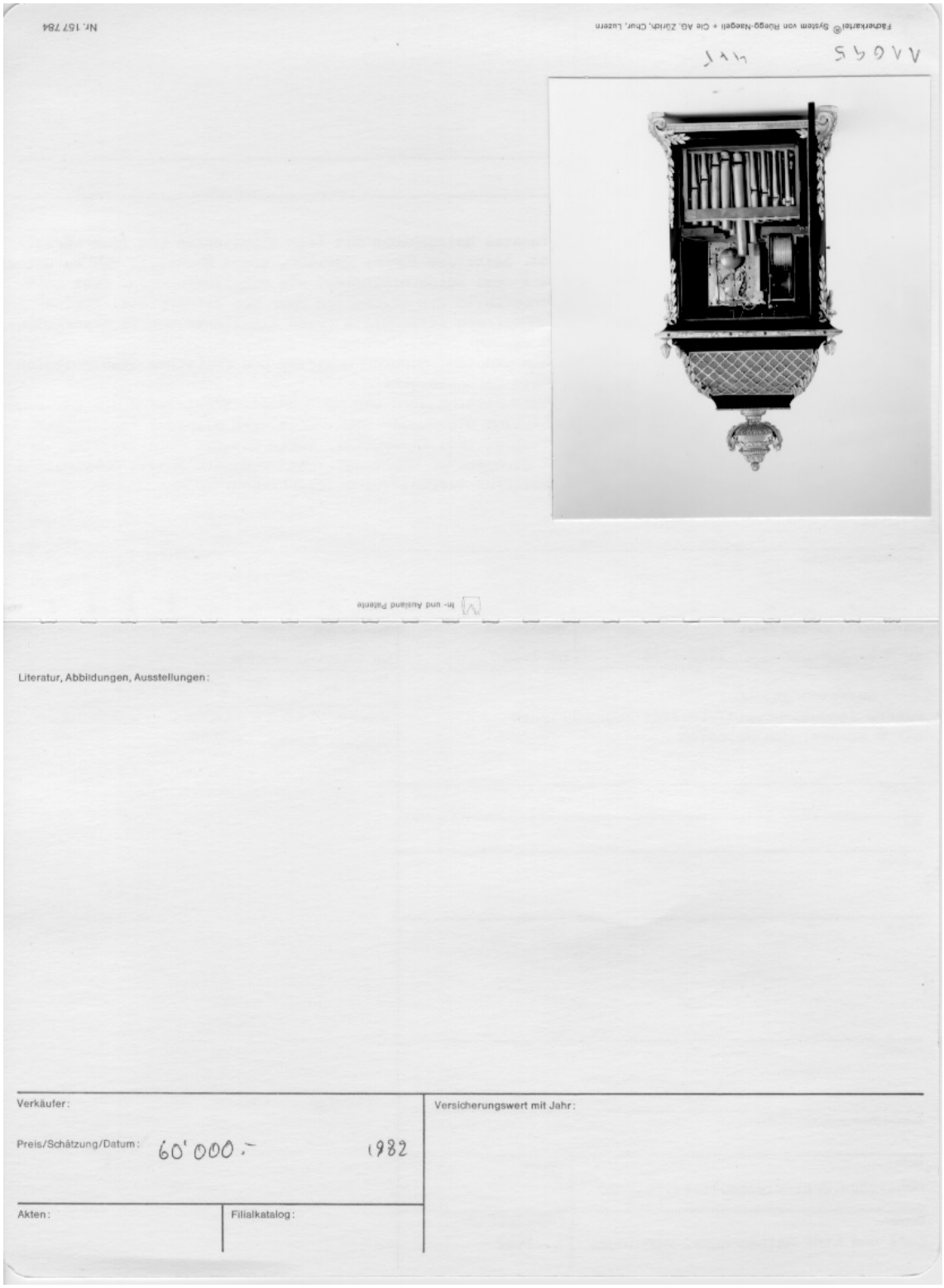


Fig. 2 : Objekteintrag HMB 1982.1134 aus der Museums-Datenbank, Rückseite.



Fig. 3 : Gesamtansicht Vorderseite, Vordertür geschlossen.



Fig. 4 : Gesamtansicht Vorderseite, Vordertür geöffnet.



Fig. 5 : Gesamtansicht Rückseite, Rücktür geschlossen.



Fig. 6 : Gesamtansicht Rückseite, Rücktür geöffnet.



Fig. 7 : Seitenansicht links, Seitentür geschlossen.



Fig. 8 : Seitenansicht rechts, Seitentür geschlossen.

2. Technische Zeichnungen des Orgelmechanismus

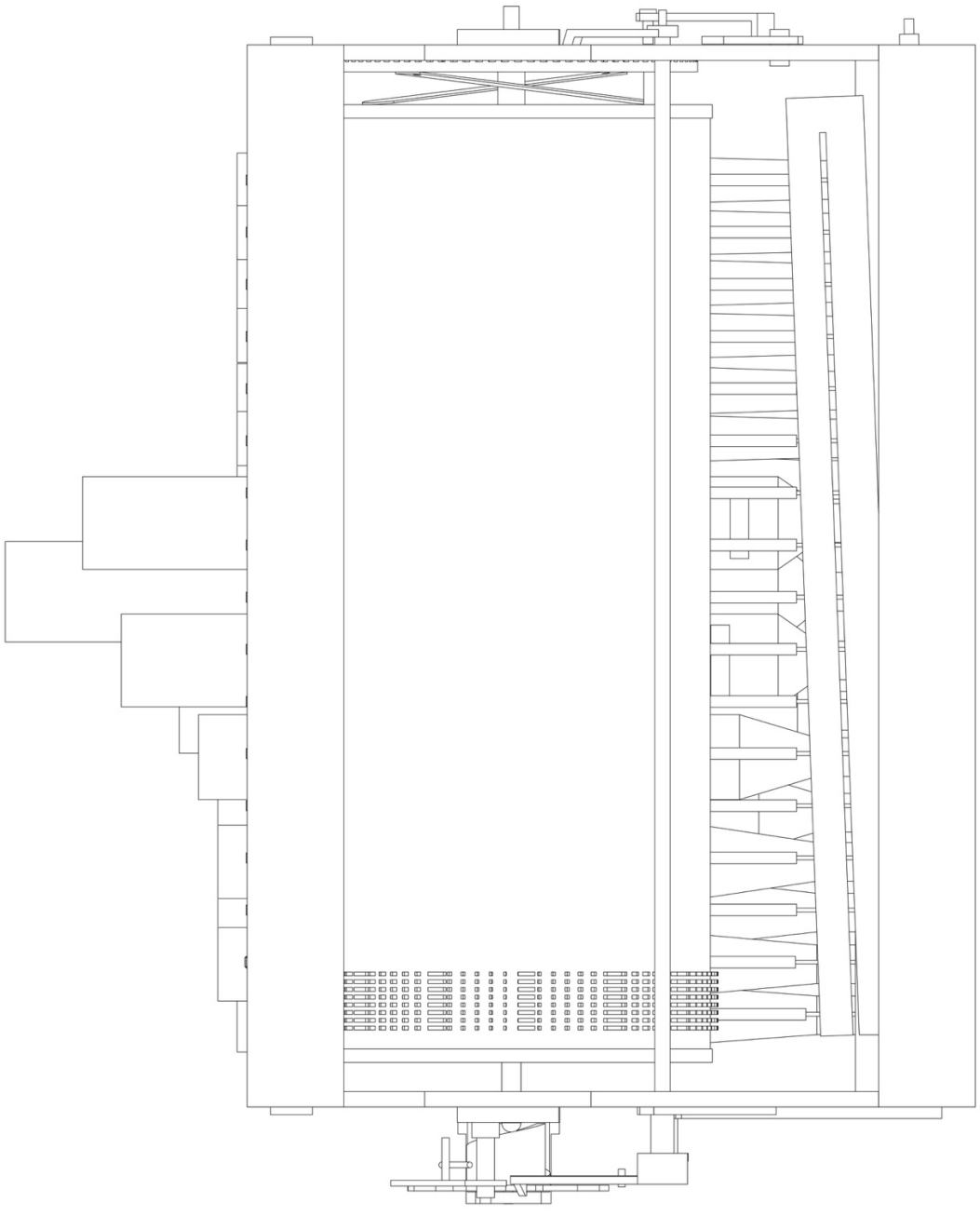


Fig. 9 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Stiftwalzenseite.

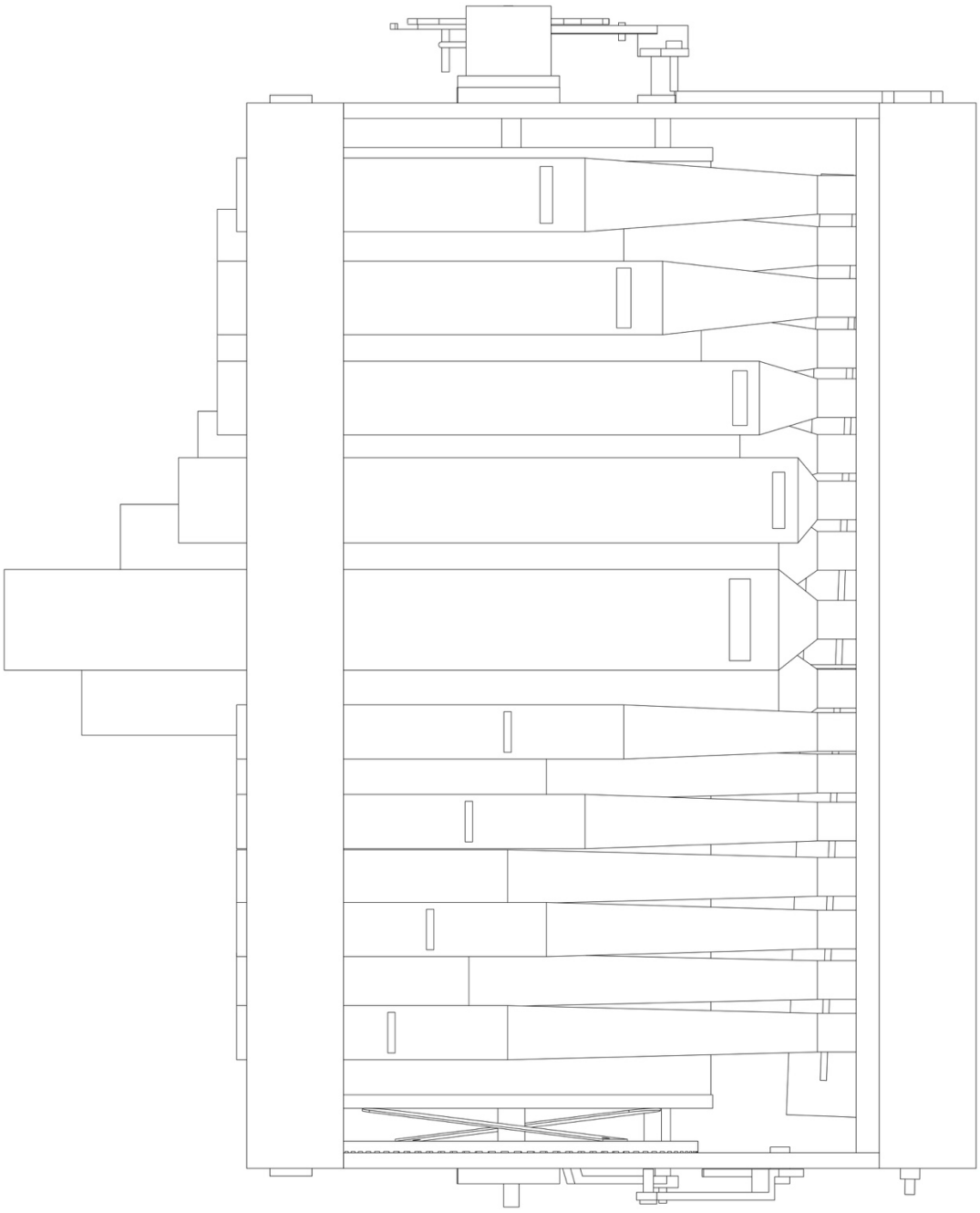


Fig. 10 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Pfeifenseite.

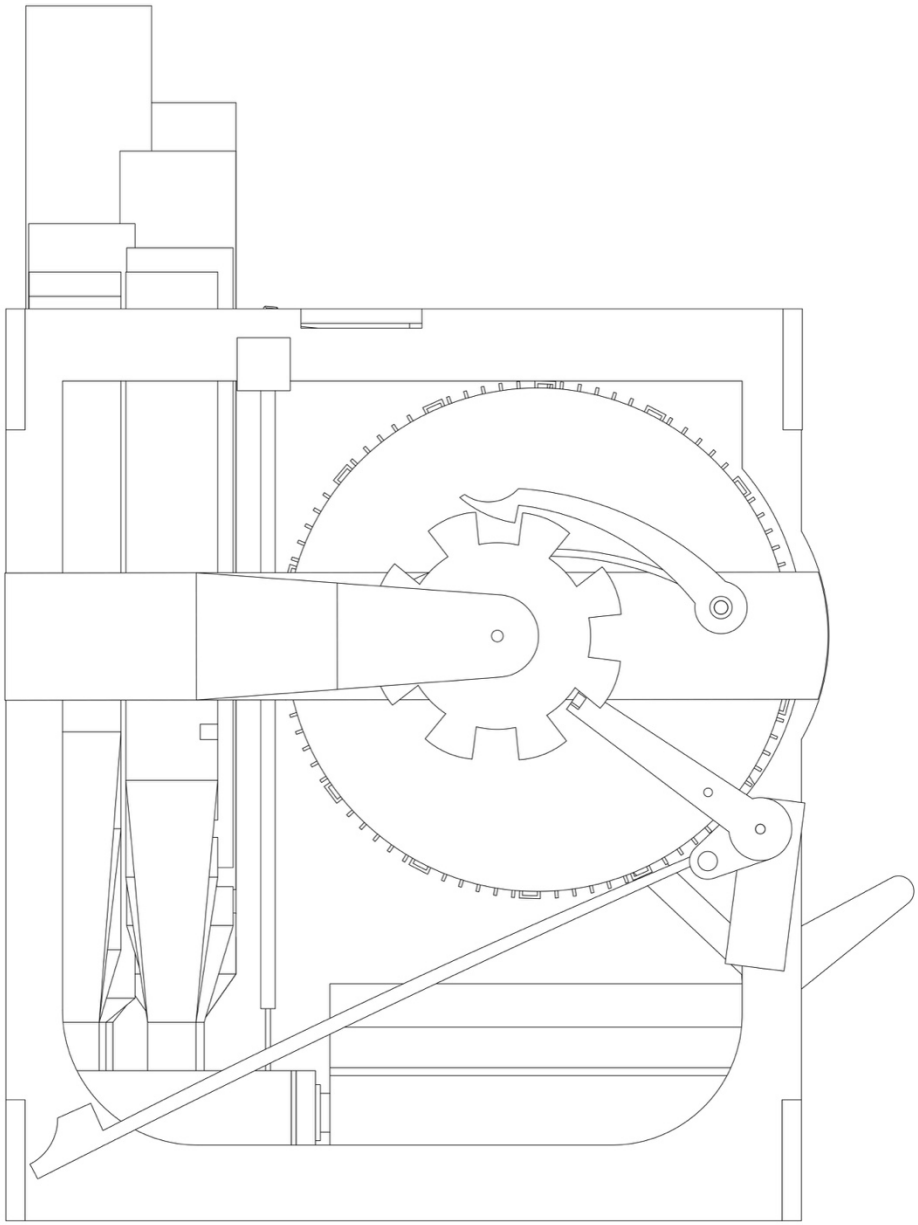


Fig. 11 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Melodie-Auswahl-Seite.

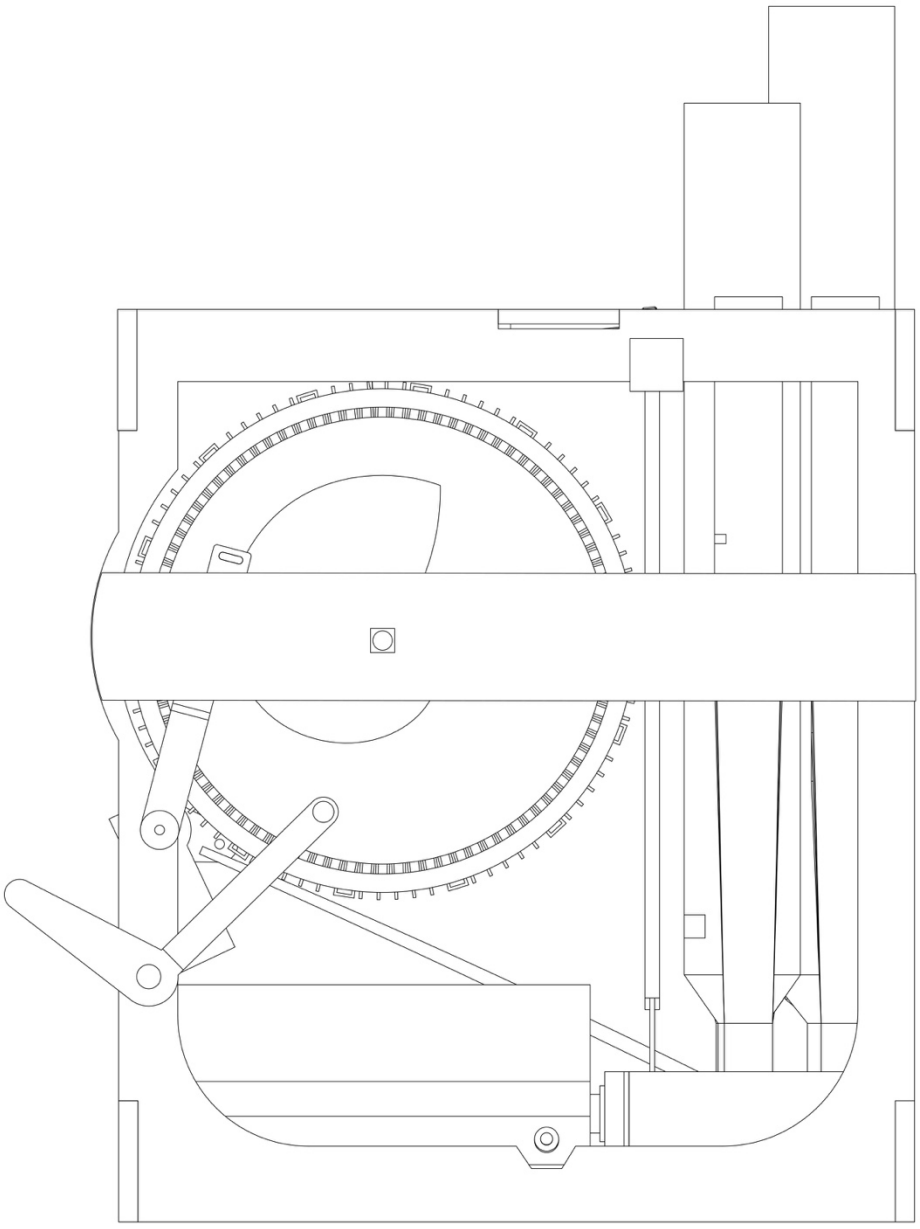


Fig. 12 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Schaltschnecken-Seite.

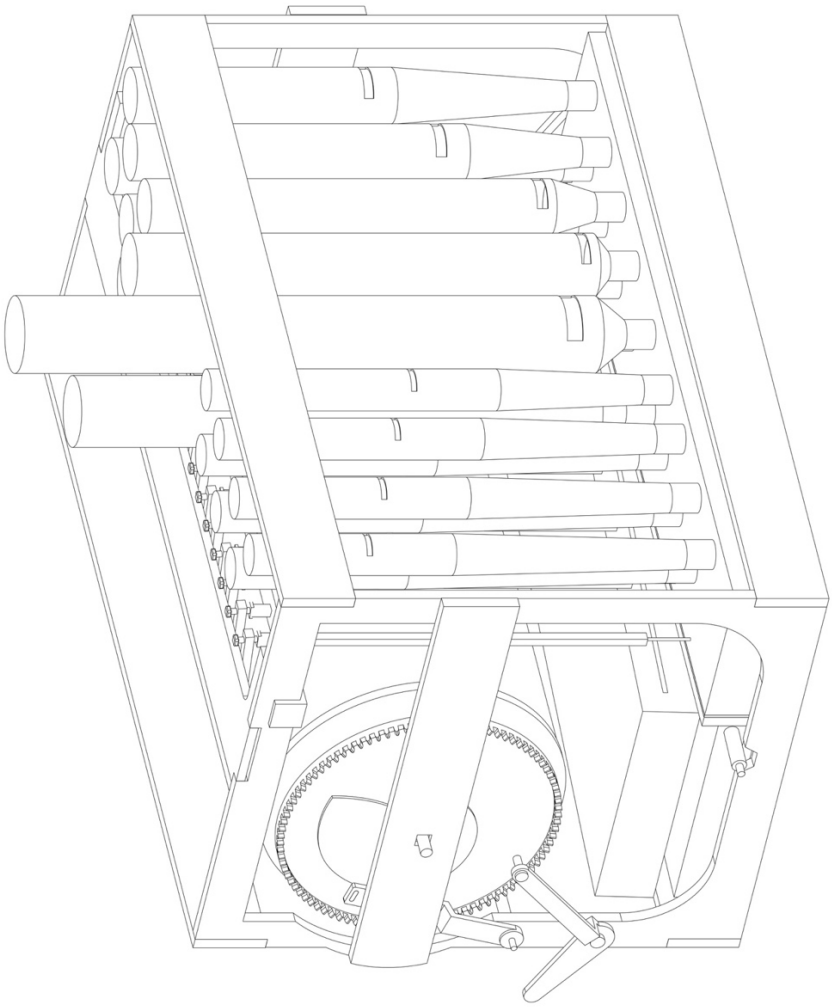


Fig. 13 : Dreiviertel-Ansicht des Orgelmechanismus.

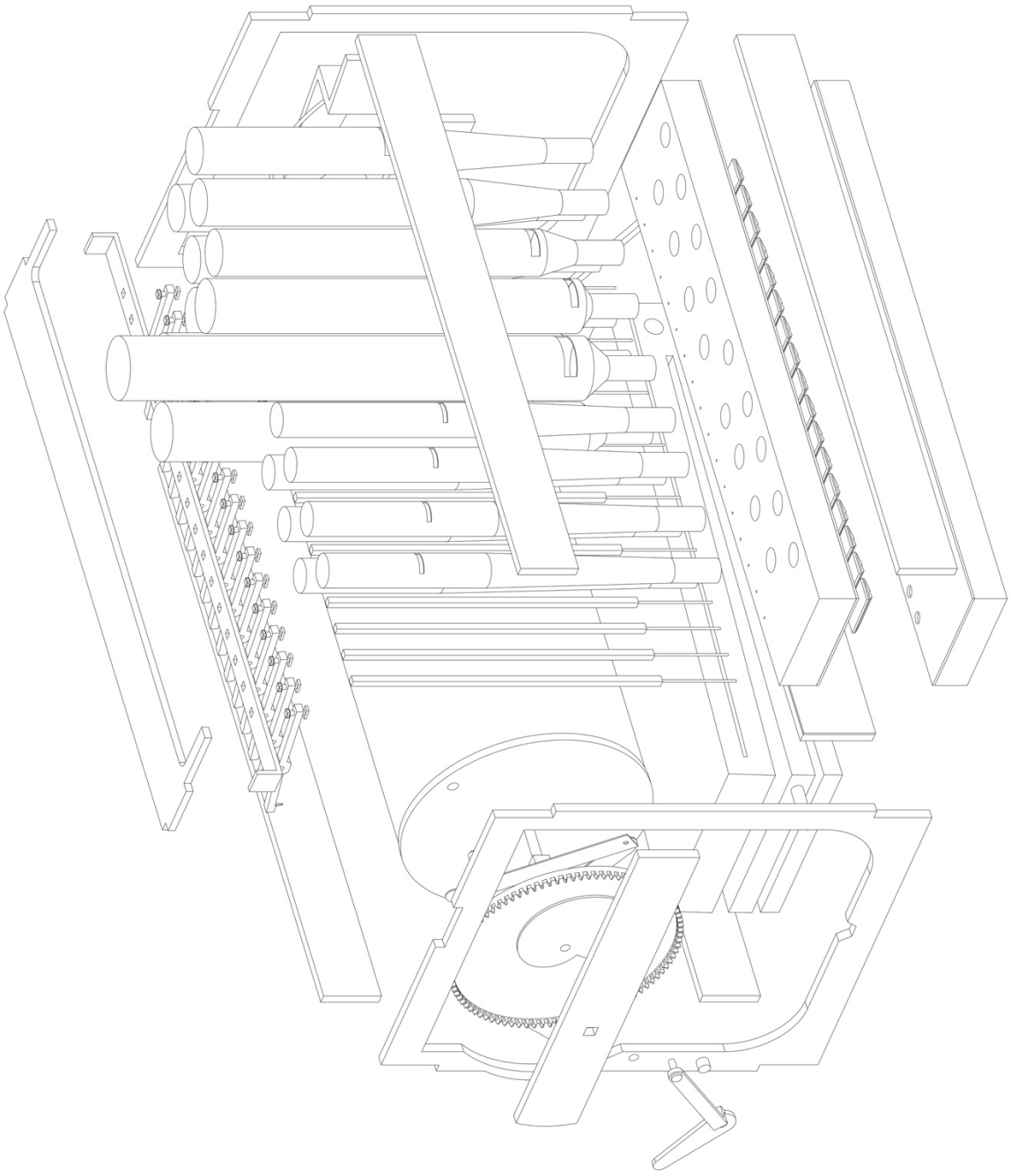


Fig. 14 : Explosionsansicht des Orgelmechanismus.

3. Vergleichsobjekte

3.1 HMB 1951.14



Fig. 15 : HMB 1951.14, Vorderseite.



Fig. 16 : HMB 1951.14, Rückseite.

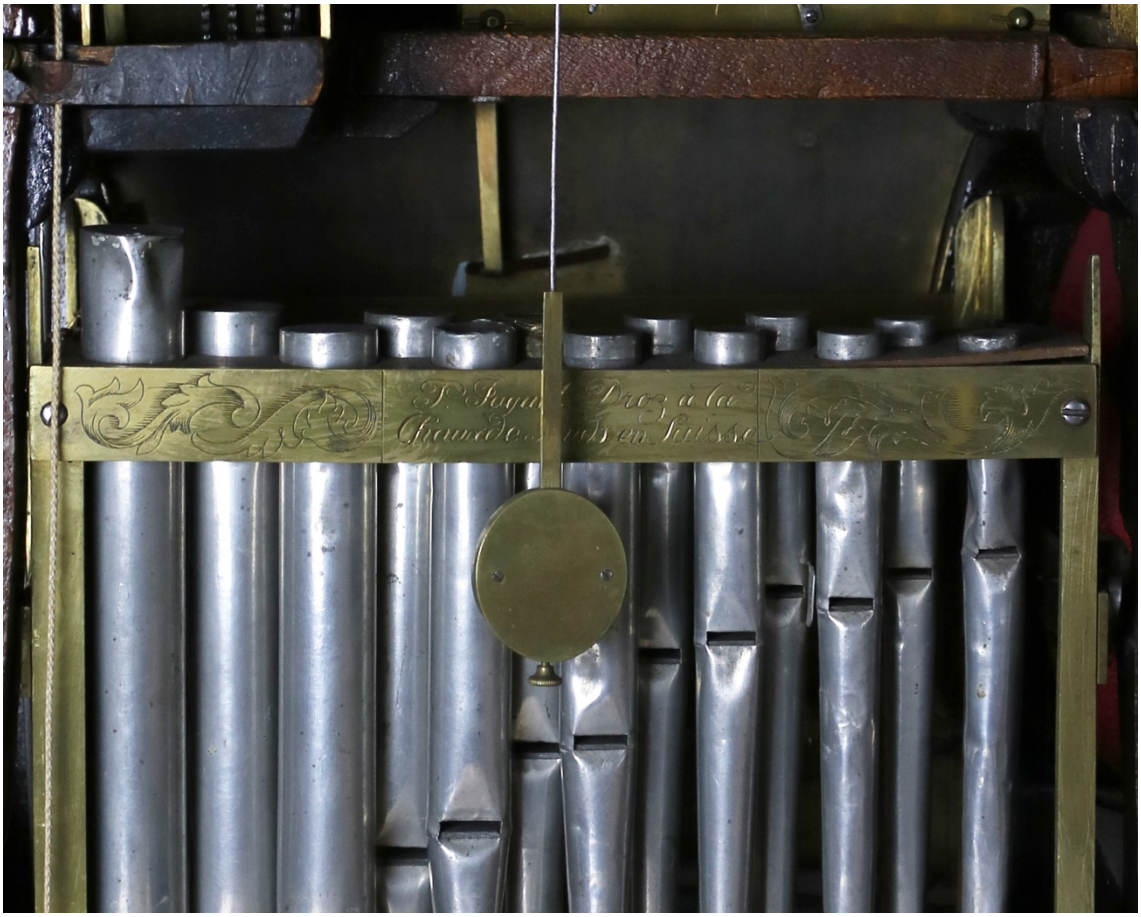


Fig. 17 : HMB 1951.14, Signatur.

3.2 MAH H-2022-0449



Fig. 18 : MAH H-2022-0449, Vorderseite.



Fig. 19 : MAH H-2022-0449, Rückseite.



Fig. 20 : MAH H-2022-0449, Signatur.

3.3 Koller Lot 1125



Fig. 21 : Koller Lot 1125, Vorderseite.



Fig. 22 : Koller Lot 1125, Rückseite.

4 Röntgenfluoreszenzanalyse

Röntgenfluoreszenz-Analyse

Messgerät: Niton XL5 Plus. Ausgeführt von: Tobias Schenkel. Datum: 19. Juni 2026.

Werte in Massenprozent (wt %). <LOD = unter Detektionsgrenze.

Tabelle 1 : XRF-Messpunkte: Uhrwerk mit Schlagwerk.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe	Ni	Mn	Sb
1527	**Platine Uhrwerk,** Zeigerseite	31.4	65.34	31.89	1.95	0.08	0.21	0.15	<LOD	0.05
1528	**Platine Uhrwerk,** Sonnerie-Seite	31	65.48	31.31	2.34	0.1	0.27	0.15	0.01	0.06
1526	**Glocke,** äussere Glocke	30.4	68.47	0.16	0.31	22.22	0.37	0.03	<LOD	0.06
1532	**Auslösehebel Orgelspielwerk**	30.9	66.48	30.77	2.05	0.04	0.28	0.13	<LOD	0.02
1533	**Staffelscheibe**	30.4	67.67	29.32	2.29	<LOD	0.18	0.05	<LOD	<LOD
1535	**Pendelaufhängung**	30.1	63.73	27.53	1.92	<LOD	1.45	0.18	<LOD	0.01

Tabelle 2 : XRF-Messpunkte: Energiespeicher und Kraftübertragung des Orgelmechanismus.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe	Ni	Mn	Sb
1529	**Platine Antrieb,** Uhrwerkseite	30.9	69.98	27.25	1.9	<LOD	0.26	0.05	<LOD	0.01
1530	**Platine Antrieb,** Kraftübertragungsseite	31.5	70.41	27.27	1.71	<LOD	0.28	0.04	<LOD	0.02
1534	**Federhaus Antrieb**	31.9	69.94	26.26	1.37	<LOD	0.5	0.05	0.01	<LOD
1531	**Windfang**	30.5	62.21	34.83	1.72	0.1	0.22	0.04	<LOD	0.01

Tabelle 3 : XRF-Messpunkte: Gestell und Melodie-Auswahlmechanik.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe	Ni	Mn	Sb
1487	**Gestell Orgelmechanismus,** parallel zur Walze, obere Strebe der Pfeifen-Seite	33.2	65.92	31.39	2.07	0.11	0.22	0.15	0.01	0.05
1488	**Gestell Orgelmechanismus,** parallel zur Walze, obere Strebe der Pfeifen-Seite	40.5	65.67	31.6	2.15	0.1	0.21	0.15	0.01	0.05
1489	**Gestell Orgelmechanismus,** parallel zur Walze, obere Strebe der Pfeifen-Seite	30.8	66.28	31.29	1.83	0.1	0.21	0.15	<LOD	0.05
1490	**Gestell Orgelmechanismus,** parallel zur Walze, obere Strebe der Walzen-Seite	31.6	65.93	31.42	2.03	0.1	0.22	0.15	<LOD	0.06
1491	**Gestell Orgelmechanismus,** parallel zur Walze, obere Strebe der Walzen-Seite	31.1	65.74	31.72	1.93	0.12	0.21	0.15	0.01	0.05
1492	**Gestell Orgelmechanismus,** parallel zur Walze, obere Strebe der Walzen-Seite	31.2	66.02	31.49	1.89	0.09	0.2	0.15	<LOD	0.06
1493	**Gestell Orgelmechanismus,** quer zur Walze, untere Strebe Melodieauswahl-Seite	30.1	74.72	22.26	2.08	0.26	0.43	0.1	<LOD	0.06
1494	**Gestell Orgelmechanismus,** quer zur Walze, untere Strebe Melodieauswahl-Seite	31	74.85	22.32	1.89	0.26	0.45	0.09	<LOD	0.05
1495	**Gestell Orgelmechanismus,** quer zur Walze, untere Strebe Schaltschnecken-Seite	30.1	71.19	26.22	1.91	0.17	0.23	0.1	<LOD	0.08
1496	**Gestell Orgelmechanismus,** quer zur Walze, untere Strebe Schaltschnecken-Seite	30.8	70.95	26.17	1.9	0.17	0.23	0.1	<LOD	0.09
1497	**Brücke Melodie-Auswahlrad,** unterer Teil	30.3	71.96	25.28	2.03	0.13	0.33	0.11	<LOD	0.05
1498	**Brücke Melodie-Auswahlrad,** oberer Teil	31.7	69.51	26.8	2.17	0.38	0.4	0.09	<LOD	0.03
1499	**Melodie-Auswahlrad,** Oberseite	31.5	64.94	31.52	2.05	0.59	0.44	0.06	0.01	0.02
1500	**Melodie-Auswahlrad,** Unterseite	30.6	68	29.05	1.54	0.49	0.4	0.11	<LOD	0.04
1501	**Melodie-Blockier-Hebel,** funktionale Seite	31.7	69.96	27.56	1.35	0.3	0.42	0.05	0.01	0.03
1502	**Melodie-Blockier-Hebel,** Betätigungs-Seite	30.3	68.07	28.61	1.59	0.26	0.44	0.06	<LOD	<LOD
1503	**Vorschubhebel**	30.3	63.9	32.68	2.04	0.71	0.42	0.08	<LOD	<LOD
1504	**Auslösehebel**	31.6	69.98	26.92	2.09	0.36	0.41	0.09	0.01	0.03
1525	**Ventilstössel-Brückenleiste**	31.1	70.86	26.05	1.17	0.06	0.32	0.07	<LOD	0.04

Tabelle 4 : XRF-Messpunkte: Stiftwalze und Schaltschnecke.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe	Ni	Mn	Sb
1505	**Stiftwalze,** Schaltschnecke-Seite	31.1	74.38	22.17	2.29	0.27	0.61	0.08	<LOD	0.04
1506	**Stiftwalze,** Auswahlrad-Seite	31.6	72.19	24.89	2.12	0.22	0.26	0.09	<LOD	0.06
1507	**Kronenrad Schaltschnecke**	31.7	66.46	30.31	1.86	0.59	0.33	0.06	0.01	0.04

Tabelle 5 : XRF-Messpunkte: Pfeifen.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Sn	Pb	Cu	Ag	Bi	Fe	Sb	Zn
1508	**Pfeife 1**	31.7	56.08	42.3	1.03	<LOD	0.34	<LOD	0.14	<LOD
1517	**Pfeife 2**	30.7	56.85	41.58	0.88	<LOD	0.38	<LOD	0.15	0.02
1509	**Pfeife 3**	30.5	54.17	43.99	1.07	<LOD	0.41	<LOD	0.14	<LOD
1518	**Pfeife 4**	31.6	54.63	43.77	0.91	<LOD	0.42	<LOD	0.15	<LOD
1510	**Pfeife 5**	30.8	54.75	43.68	0.94	<LOD	0.39	<LOD	0.14	<LOD
1519	**Pfeife 6**	30.7	54.65	43.55	1.09	<LOD	0.38	<LOD	0.15	0.02
1511	**Pfeife 7**	31.2	54.49	43.85	1.04	<LOD	0.34	<LOD	0.12	<LOD
1520	**Pfeife 8**	30.6	55.4	42.93	0.88	<LOD	0.42	<LOD	0.16	0.01
1512	**Pfeife 9**	30.4	55.74	42.53	0.85	<LOD	0.4	<LOD	0.21	<LOD
1521	**Pfeife 10**	30.8	56.51	41.79	0.95	<LOD	0.41	0.08	0.14	<LOD
1513	**Pfeife 11**	30.4	56.48	41.91	0.91	<LOD	0.38	<LOD	0.17	<LOD
1522	**Pfeife 12**	30.7	54.39	43.94	0.9	<LOD	0.39	0.08	0.13	0.02
1514	**Pfeife 13**	30.4	54.76	43.65	0.84	<LOD	0.38	0.06	0.14	0.02
1523	**Pfeife 14**	31.6	56.42	42.03	0.91	<LOD	0.36	<LOD	0.16	<LOD
1516	**Pfeife 15**	30.4	55.14	43.2	0.93	<LOD	0.36	0.09	0.13	<LOD
1524	**Pfeife 16**	30.9	55.44	42.8	1.01	<LOD	0.37	<LOD	0.14	<LOD
1515	**Pfeife 17**	31.7	55.6	42.76	0.87	<LOD	0.4	0.07	0.15	0.02

Tabelle 6 : XRF-Messpunkte: Vergoldete Bronzen.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Au	Cu	Zn	Sn	Pb	Fe	Ni	Ag
1536	**Gehäusefuss,** vorne rechts	31.6	65.12	22.7	4.79	1.32	1.3	0.15	0.02	0.31
1537	**Blattapplike,** unten vorne rechts	30.4	77.58	14.79	4.25	0.71	1.11	0.13	0.02	0.55
1541	**Urnenaufsatz**	38.3	51.17	32.75	8.86	1.02	1.19	0.33	0.05	0.29

Tabelle 7 : XRF-Messpunkte: Lackfassung.

Reading Nr.	Bauteil	Dauer (s)	Pb	Cr	Fe	As	V	Cu	Ti	Co
1540	**Aussenlack**	30.9	44.74	11.66	<LOD	8.81	7.26	0.54	<LOD	3.76
1538	**Innenanstrich**	30.3	<LOD	3.95	4.81	15.83	1.43	<LOD	<LOD	<LOD
1539	**Innenanstrich**	31.1	<LOD	5.57	2.4	16.72	2.43	<LOD	<LOD	<LOD

5 Fotografische Detaildokumentation

5.1 Uhrwerk und Antrieb

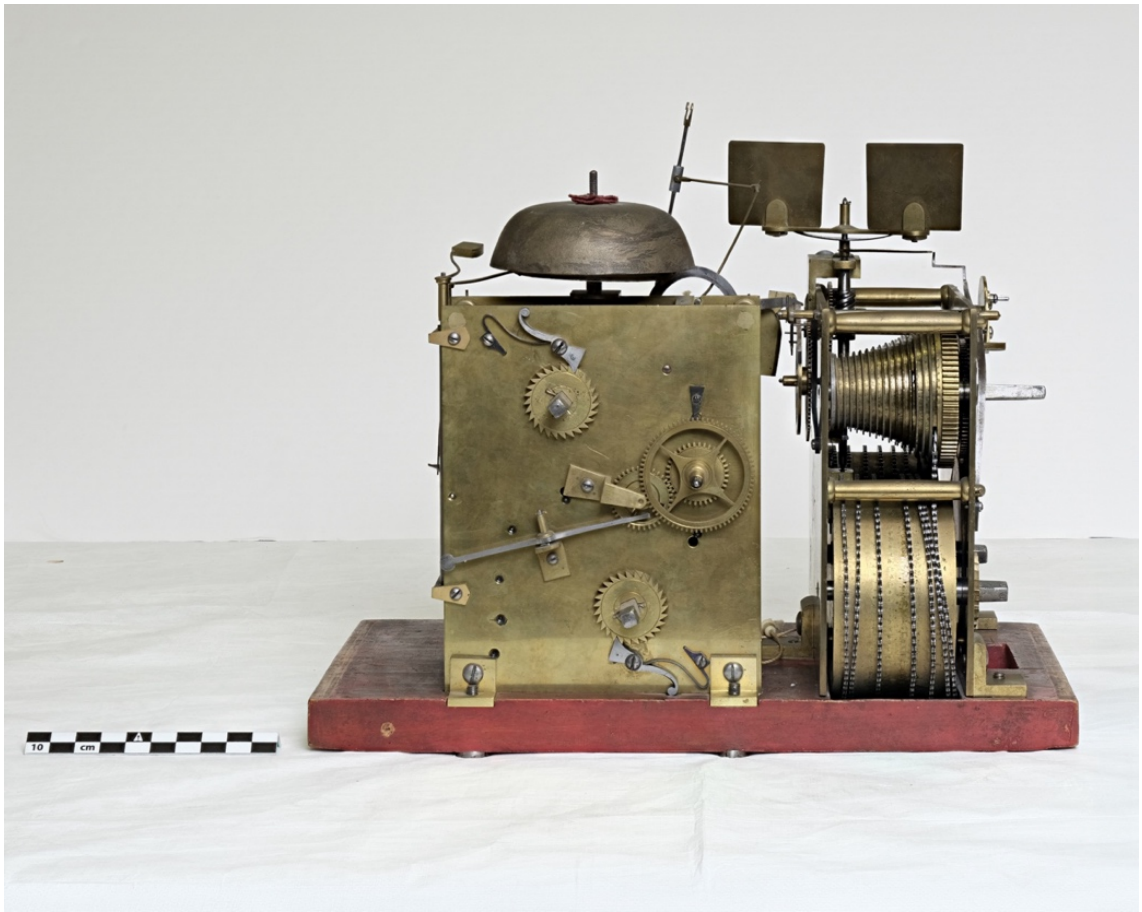


Fig. 23 : Uhrwerk Zeigerseite und Antrieb von der Seite.

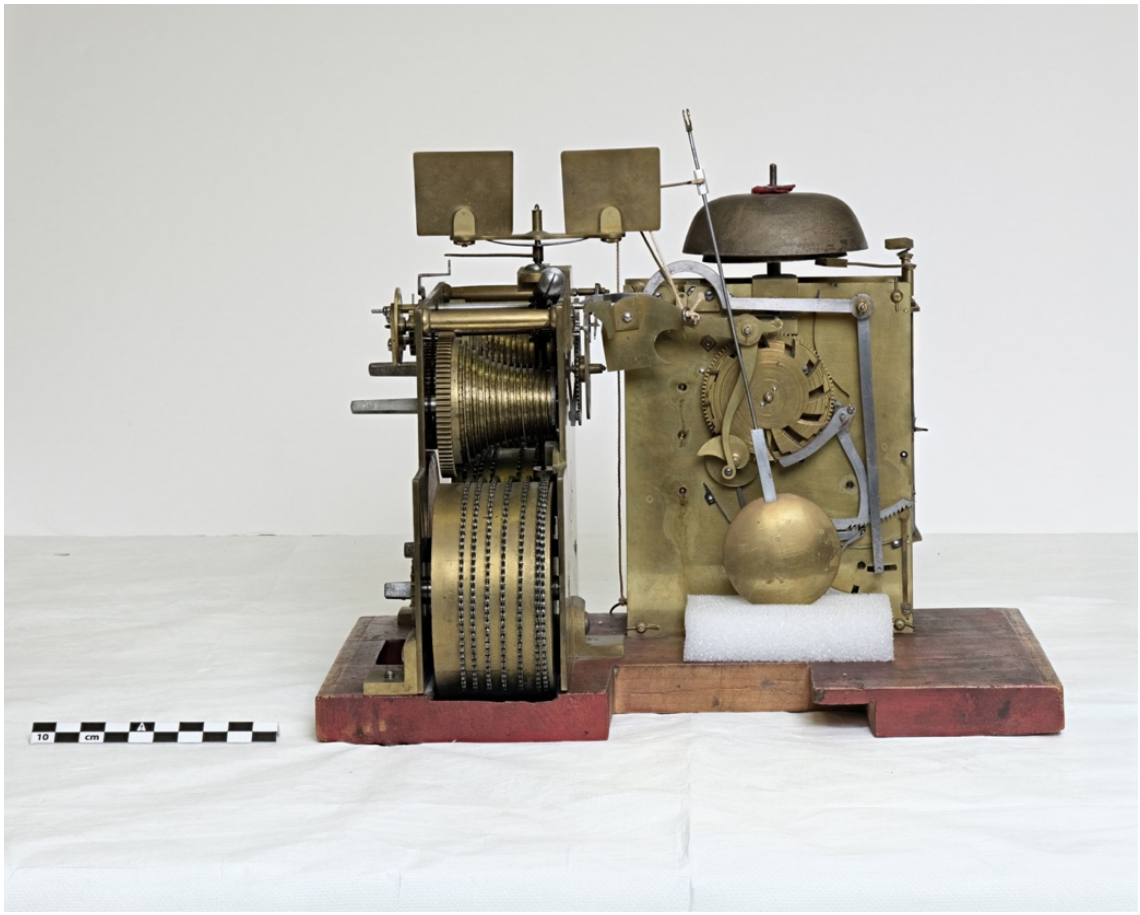


Fig. 24 : Uhrwerk von Sonnerie-Seite.

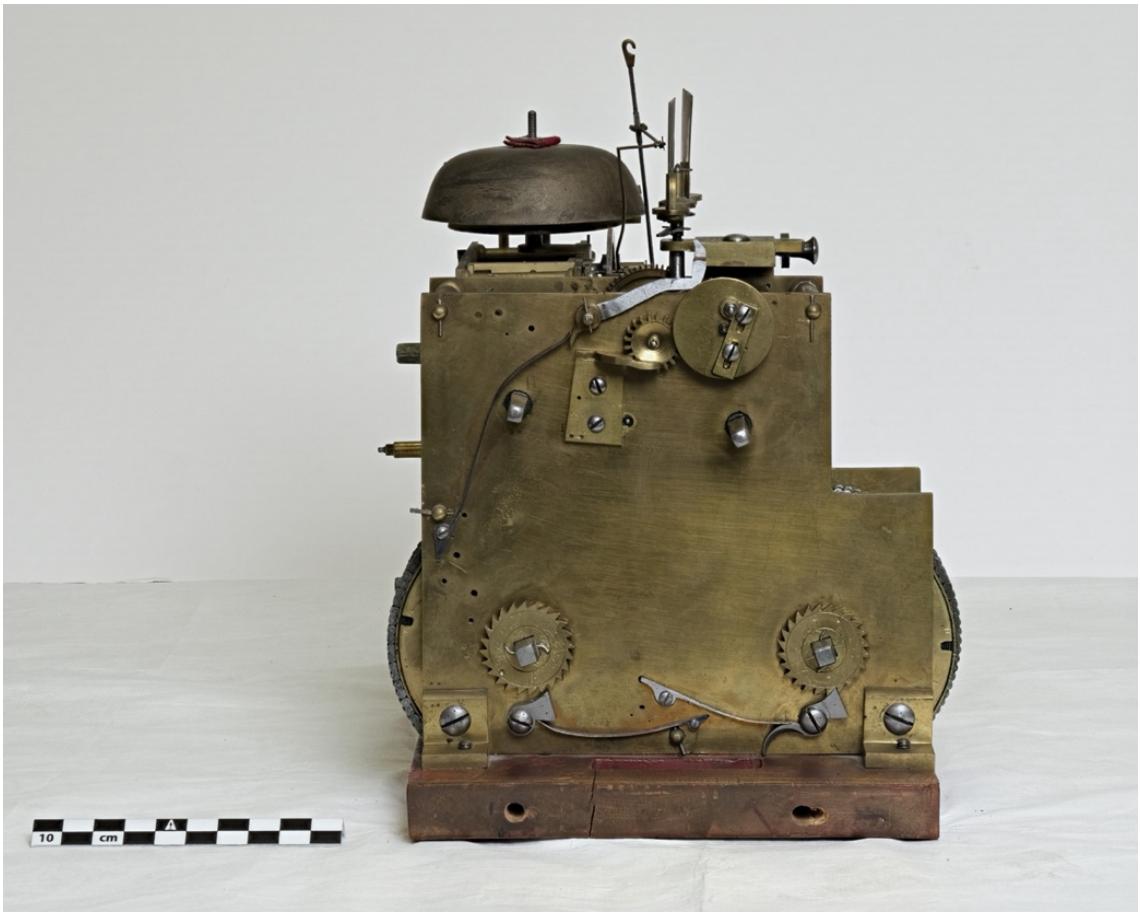


Fig. 25 : Antrieb Kraftübertragungsseite.

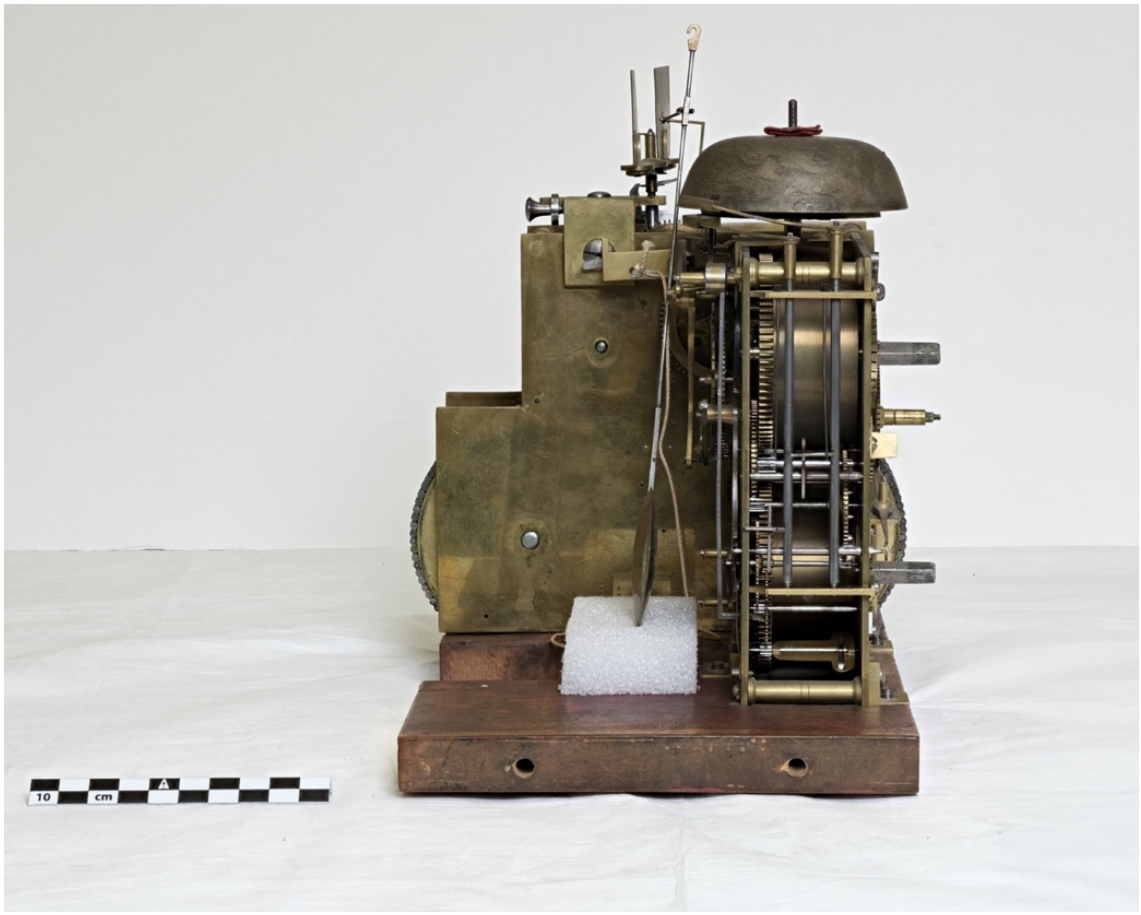


Fig. 26 : Uhrwerk von der Seite.

5.1 Orgelmechanismus

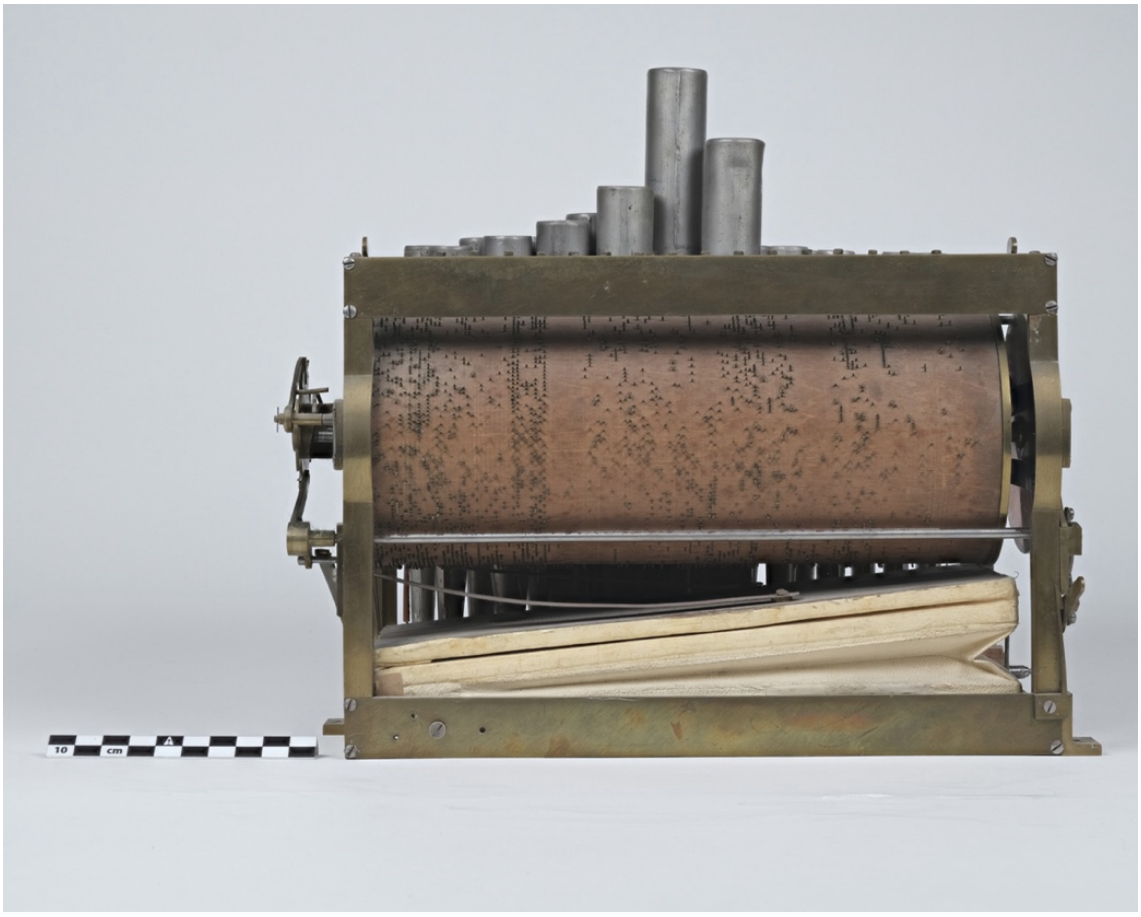


Fig. 27 : Orgelmechanismus, Stiftwalzenseite.

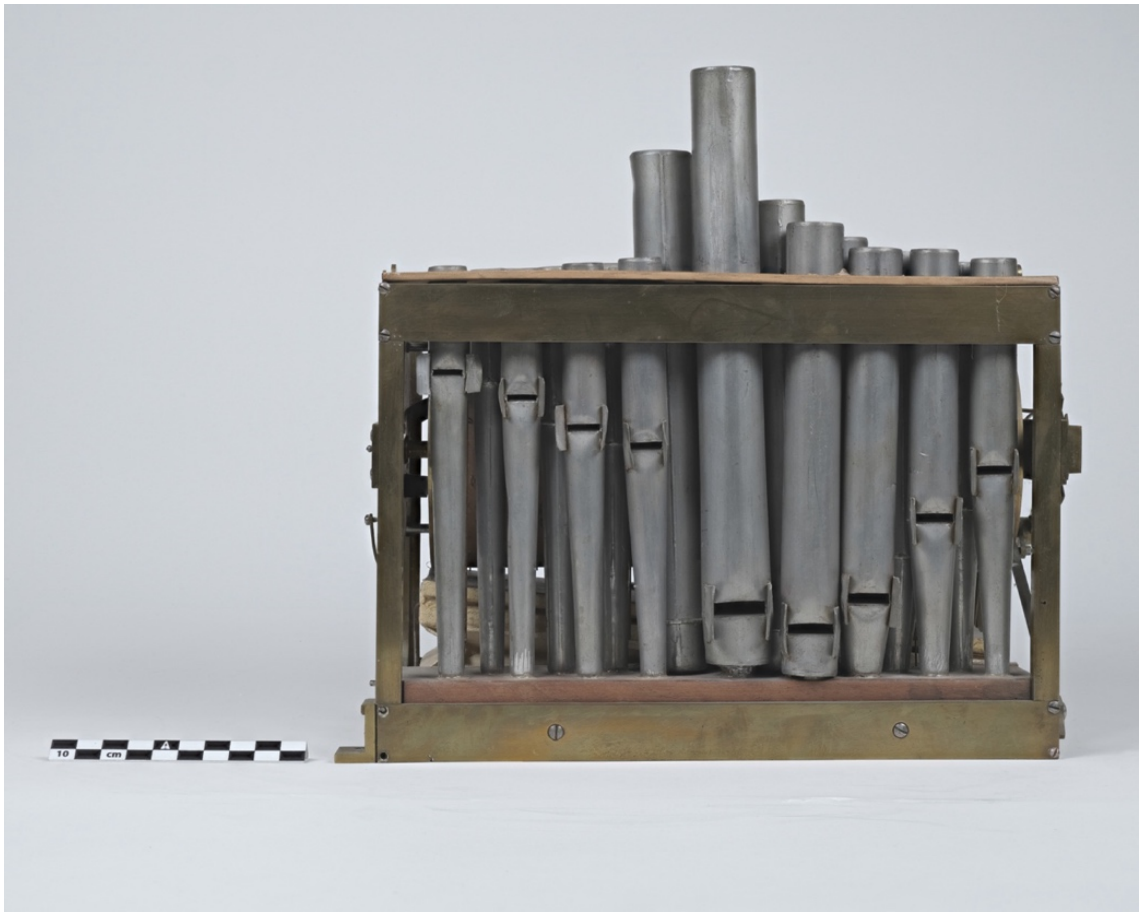


Fig. 28 : Orgelmechanismus, Pfeifenseite.

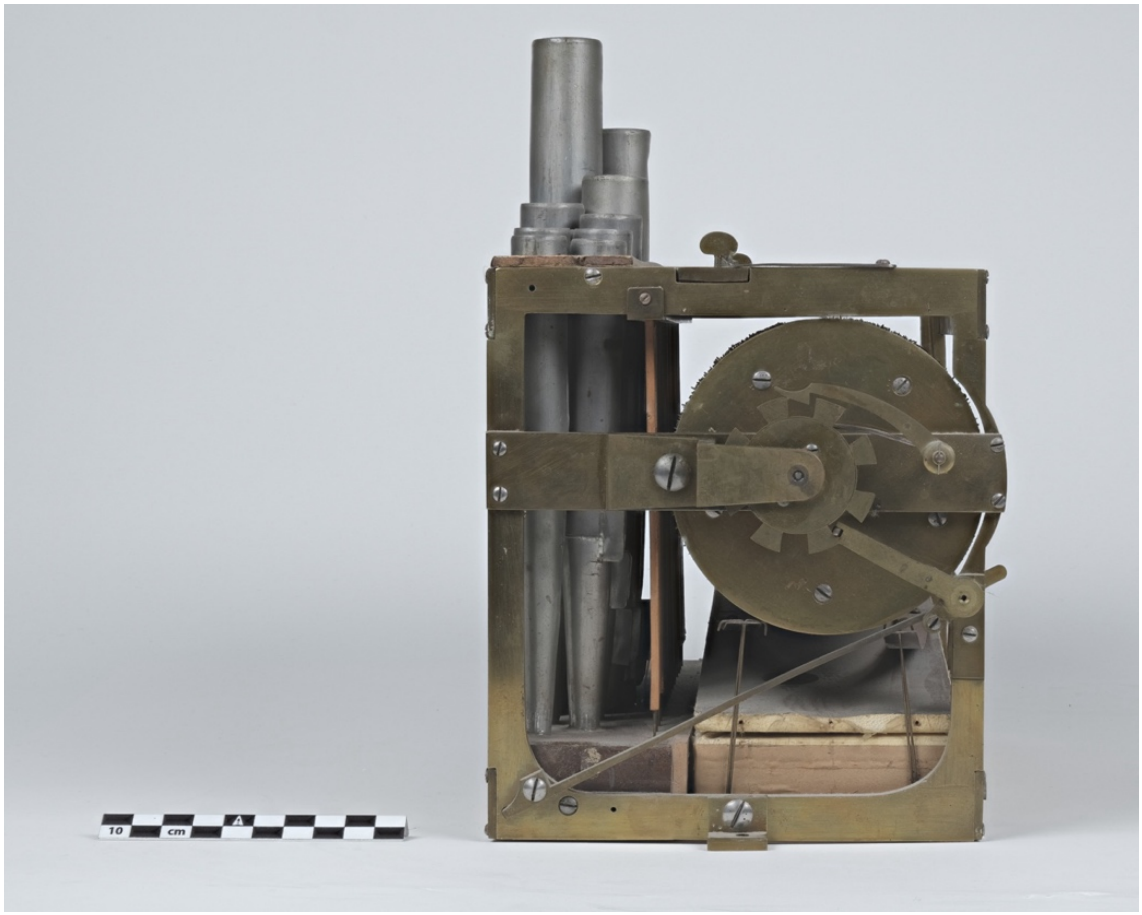


Fig. 29 : Orgelmechanismus, Melodie-Auswahl-Seite.

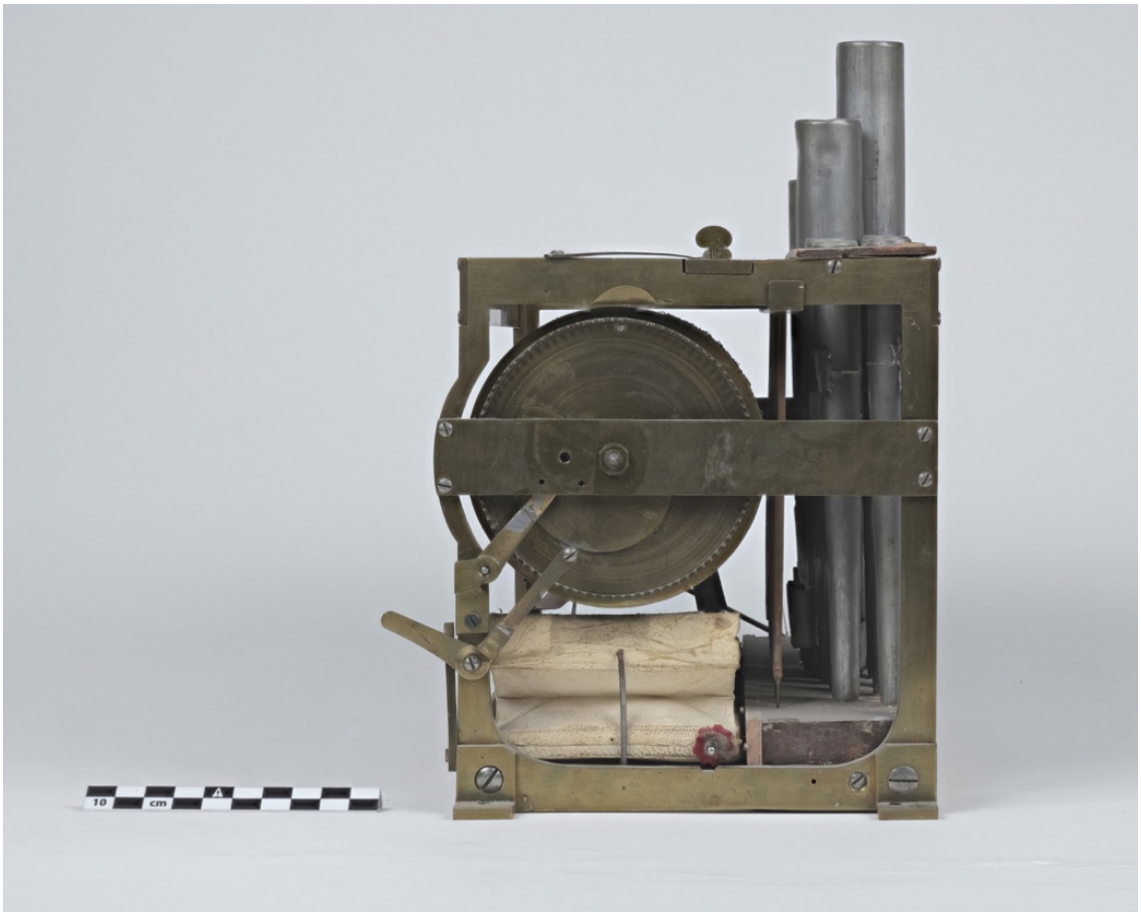


Fig. 30 : Orgelmechanismus, Schaltschnecken-Seite.

5. Konsultationen

6.1 Holzartbestimmung

Einschätzung von Mijan Meschgang (17.06.2026):

«Trägerholz Gehäuse: Definitiv Nadelholz aufgrund der grossen Poren und Ungleichmässigkeiten sowie der stark nachgedunkelten Farbe (Fichte, Tanne; meiner Meinung nach zu grob für Linde).
Stiftwalze: Selbstverständlich Hartholz, jedoch verfärbt (verdreckt?) und aufgrund der runden Form für mich schwer zu lesen (Obstholz oder Buche? Könnte vieles sein).
Blasebalg: Ich gehe davon aus, dass Ober- und Unterseite des Balgs aus dem gleichen Holz sind, und würde so zur Bestimmung die optisch weniger veränderte Unterseite benutzen. Eventuell Ahorn aufgrund der hellen Farbe und des Spiegels (oder Obstholz).
Unterkonstruktion: Eventuell Eiche aufgrund der charakteristischen tiefen, langgezogenen Porenspuren.
Zwischenetage: Sieht an den Stellen ohne rote Farbe stark nach Mahagoni aus. Wobei das Bauteil in der Regel unsichtbar ist, weshalb also so ein dekoratives Holz verwenden?»

Einschätzung von Carsten Weber (20.06.2026)

«Gehäuse: relativ sicher Eiche wegen dem Porenbild der Struktur, und bei den Zinken meine ich eine Ringporigkeit gesehen zu haben.
Stiftwalze: Hier würde ich auch eher auf Birnbaum tippen. Ist relativ fest, feinporiges und gleichmässiges Gefüge und neigt nicht ganz so stark zum Reissen oder Verziehen. Hält die Stifte recht sicher.
Blasebalg: Hier hätte ich nach der ersten Ansicht auf ein tropisches Holz wie Okumé oder Meranti getippt, was aber Quatsch ist, da es zu der Zeit hier sicher nicht verfügbar war (die Porenstruktur, die in der Senkung sichtbar ist, spricht auch dagegen). Es kann auch sein, dass das Holz bei einer späteren Reparatur schon mal getauscht wurde. Vielleicht kann es eine Mahagoni-Art sein, die war vielleicht eher verfügbar.
Pfeifenunterbrett: finde ich für die Obsthölzer zu grobporig. Könnte Buche sein, vielleicht auch Linde je nach Härte.»

6.2 Musikwissenschaftliche Konsultation

Einschätzung von Georg Demel (01.07.2026)

«Die Musikstücke weisen einen ausgesprochen unregelmässigen bis nicht erkennbaren Rhythmus auf. Es besteht zudem kein klar erkennbarer rhythmischer Zusammenhang zwischen den Einzelstimmen. Weiter erscheinen die Melodien nur extrem fragmentarisch, und es lassen sich nur schwer eindeutige Motive extrahieren. Für die Rekonstruktion der Originalkompositionen liegen somit gleich mehrere unbekannte Variablen vor. Der musikwissenschaftliche Vergleich mit anderen Musikstücken zur Herkunftsbestimmung der Grossuhr bedarf jedoch idealerweise einer vollständigen und exakten Rekonstruktion der Kompositionen. Daher sind die erzeugten Musikstücke in dieser Hinsicht nur wenig zielführend.»

7. Konservatorische Massnahmen



Fig. 31 : Konditionierung des Gehäuses.



Fig. 32 : Wippen vor der Reinigung.

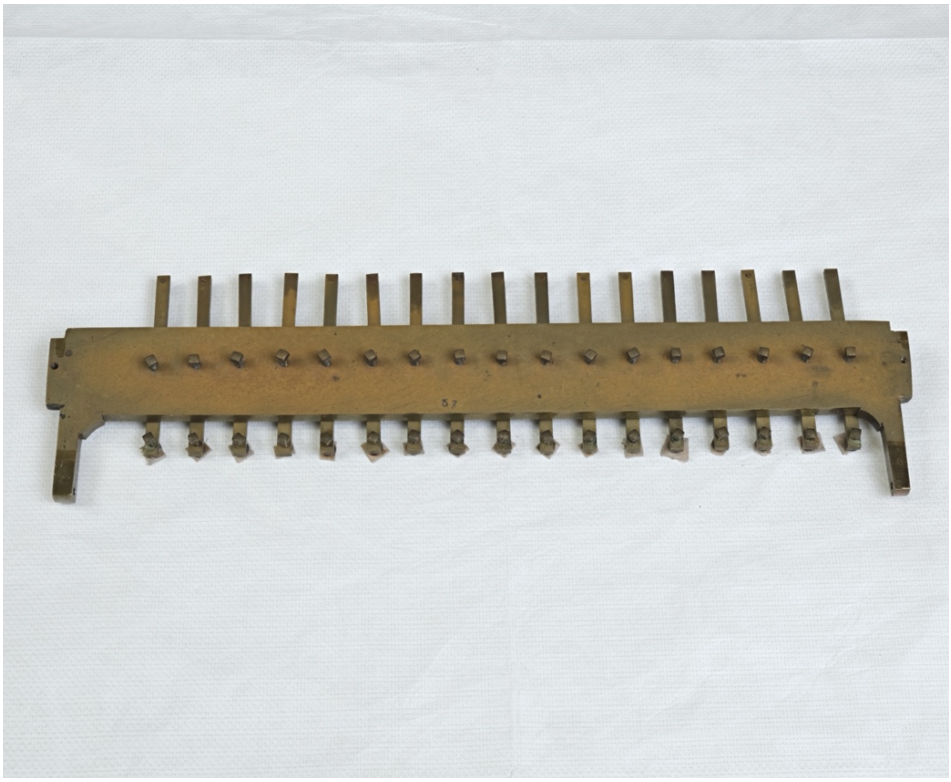


Fig. 33 : Wippen nach der Reinigung.



Fig. 34 : Wippenpolster vor der Befestigung mit Paraloid B-44.

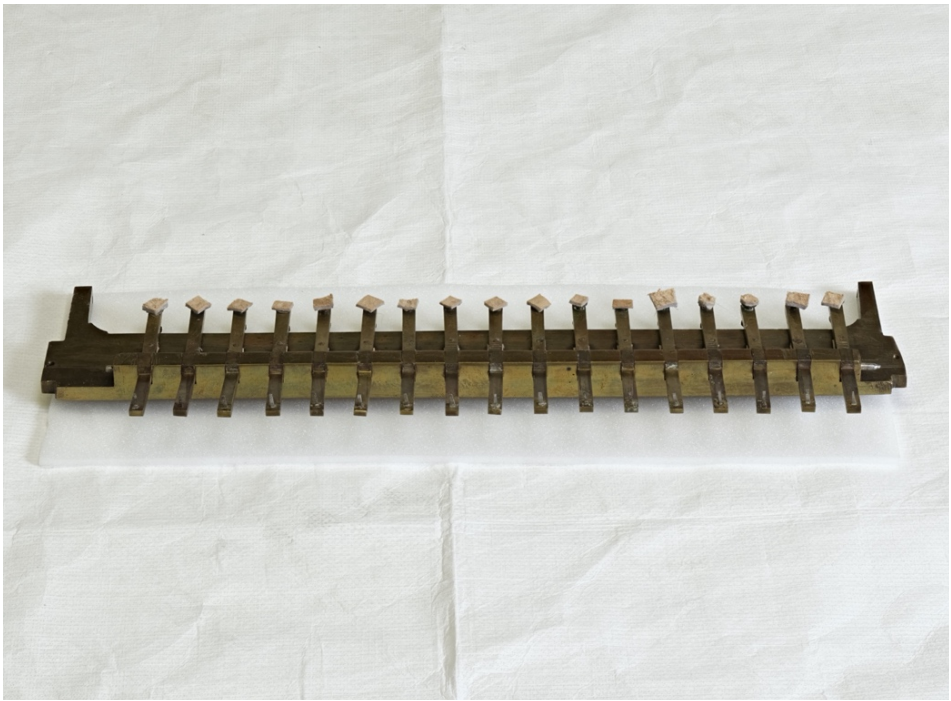


Fig. 35 : Wippenpolster nach Befestigung mit Paraloid B-44.



Fig. 36 : Blasebalg vor der Reinigung.



Fig. 37 : Blasebalg nach der Reinigung.



Fig. 38 : Pfeifen vor der Reinigung.



Fig. 39 : Pfeifen nach der Reinigung.



Fig. 40 : *Aufbau der Prüfung der Pfeifen mit externem Blasebalg.*

8. Abbildungsverzeichnis

Fig. 1 : Objekteintrag HMB 1982.1134 aus der Museums-Datenbank, Vorderseite. 2
Fig. 2 : Objekteintrag HMB 1982.1134 aus der Museums-Datenbank, Rückseite. 3
Fig. 3 : Gesamtansicht Vorderseite, Vordertür geschlossen. 4
Fig. 4 : Gesamtansicht Vorderseite, Vordertür geöffnet. 5
Fig. 5 : Gesamtansicht Rückseite, Rücktür geschlossen. 6
Fig. 6 : Gesamtansicht Rückseite, Rücktür geöffnet. 7
Fig. 7 : Seitenansicht links, Seitentür geschlossen. 8
Fig. 8 : Seitenansicht rechts, Seitentür geschlossen. 9
Fig. 9 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Stiftwalzenseite. 10
Fig. 10 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Pfeifenseite. 11
Fig. 11 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Melodie-Auswahl-Seite. 12
Fig. 12 : Gesamtansicht des Orgelmechanismus, Schaltschnecken-Seite. 13
Fig. 13 : Dreiviertel-Ansicht des Orgelmechanismus. 14
Fig. 14 : Explosionsansicht des Orgelmechanismus. 15
Fig. 15 : HMB 1951.14, Vorderseite. 16
Fig. 16 : HMB 1951.14, Rückseite. 17
Fig. 17 : HMB 1951.14, Signatur. 18
Fig. 18 : MAH H-2022-0449, Vorderseite. 19
Fig. 19 : MAH H-2022-0449, Rückseite. 20
Fig. 20 : MAH H-2022-0449, Signatur. 21
Fig. 21 : Koller Lot 1125, Vorderseite. 22
Fig. 22 : Koller Lot 1125, Rückseite. 23
Fig. 23 : Uhrwerk Zeigerseite und Antrieb von der Seite. 28
Fig. 24 : Uhrwerk von Sonnerie-Seite. 29
Fig. 25 : Antrieb Kraftübertragungsseite. 30
Fig. 26 : Uhrwerk von der Seite. 31
Fig. 27 : Orgelmechanismus, Stiftwalzenseite. 32
Fig. 28 : Orgelmechanismus, Pfeifenseite. 33
Fig. 29 : Orgelmechanismus, Melodie-Auswahl-Seite. 34
Fig. 30 : Orgelmechanismus, Schaltschnecken-Seite. 35
Fig. 31 : Konditionierung des Gehäuses. 38

Fig. 32 : Wippen vor der Reinigung. 39
Fig. 33 : Wippen nach der Reinigung. 39
Fig. 34 : Wippenpolster vor der Befestigung mit Paraloid B-44. 40
Fig. 35 : Wippenpolster nach Befestigung mit Paraloid B-44. 40
Fig. 36 : Blasebalg vor der Reinigung. 41
Fig. 37 : Blasebalg nach der Reinigung. 41
Fig. 38 : Pfeifen vor der Reinigung. 42
Fig. 39 : Pfeifen nach der Reinigung. 42
Fig. 40 : *Aufbau der Prüfung der Pfeifen mit externem Blasebalg.* 43

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : XRF-Messpunkte: Uhrwerk mit Schlagwerk......24
Tabelle 2 : XRF-Messpunkte: Energiespeicher und Kraftübertragung des Orgelmechanismus. 24
Tabelle 3 : XRF-Messpunkte: Gestell und Melodie-Auswahlmechanik. 25
Tabelle 4 : XRF-Messpunkte: Stiftwalze und Schaltschnecke. 26
Tabelle 5 : XRF-Messpunkte: Pfeifen. 26
Tabelle 6 : XRF-Messpunkte: Vergoldete Bronzen. 26
Tabelle 7 : XRF-Messpunkte: Lackfassung. 27

10. Bildnachweis

Sofern nicht anders angegeben: © HE-Arc, Conservation-restauration, 2026, Bruno Fröhlich.

Fig. 1, 2, 15-17: © Historisches Museum Basel.

Fig. 9-14: © Stefan Kraus, 2026.

Fig. 18-20: © Musée d'art et d'histoire Genève.

Fig. 21, 22: © Koller Auktionen Zürich.