

Die Wiederherstellung des Gothaer Äquatoriales

Das Gothaer Äquatorial, ein Refraktor mit spezieller Montierung, wurde 1860 von der Firma Repsold & Söhne in Hamburg gefertigt und stellt in seiner Gesamtheit ein Meisterwerk der handwerklichen und technischen Fertigkeiten des 19. Jhdts. dar. Es handelt sich um eines der bedeutendsten Fernrohre in der astronomischen Geschichte der Stadt Gotha und um ein unwiederbringliches Unikat (Abb. 1 und 2).

Die Einzelteile dieses Instrumentes, welches als unrettbar eingestuft war, befanden sich im Magazin des Museums für Regionalgeschichte und Volkskunde in Gotha.

Zielstellung der Arbeit sollte die praktische Wiederherstellung dieses einmaligen technischen Objektes, dem sog. "Gothaer Äquatorial" sein. Ausgangspunkt war ein fundiertes Restaurierungskonzept begründet auf sorgfältiger Recherche und umfangreichen naturwissenschaftlichen Analysen aufgrund des vorliegenden Schadbildes.

Die Übergabe durch den Eigentümer, der Stiftung Schloss Friedenstein Gotha, erfolgte in Einzelteilen (siehe Abbildung). Diese waren Ende der 1970iger nach der vollständigen Demontage des Äquatoriales an seinem letzten Standort im Museum eingelagert worden. (Das Äquatorial befand sich bereits seit über 30 Jahren in demontiertem Zustand im Archiv des Museums). Die vorhandenen Teile waren partiell stark geschädigt.

Der eigentlichen Restaurierung des Instrumentes erstreckte sich über einen Gesamtzeitraum von 14 Monaten.

Nach einer kurzen Vorstellung des Instrumentes, seinen Erbauern und der Geschichte soll auf die Planung und Durchführung der Restaurierung und den damit verbundenen Aspekten eingegangen werden.

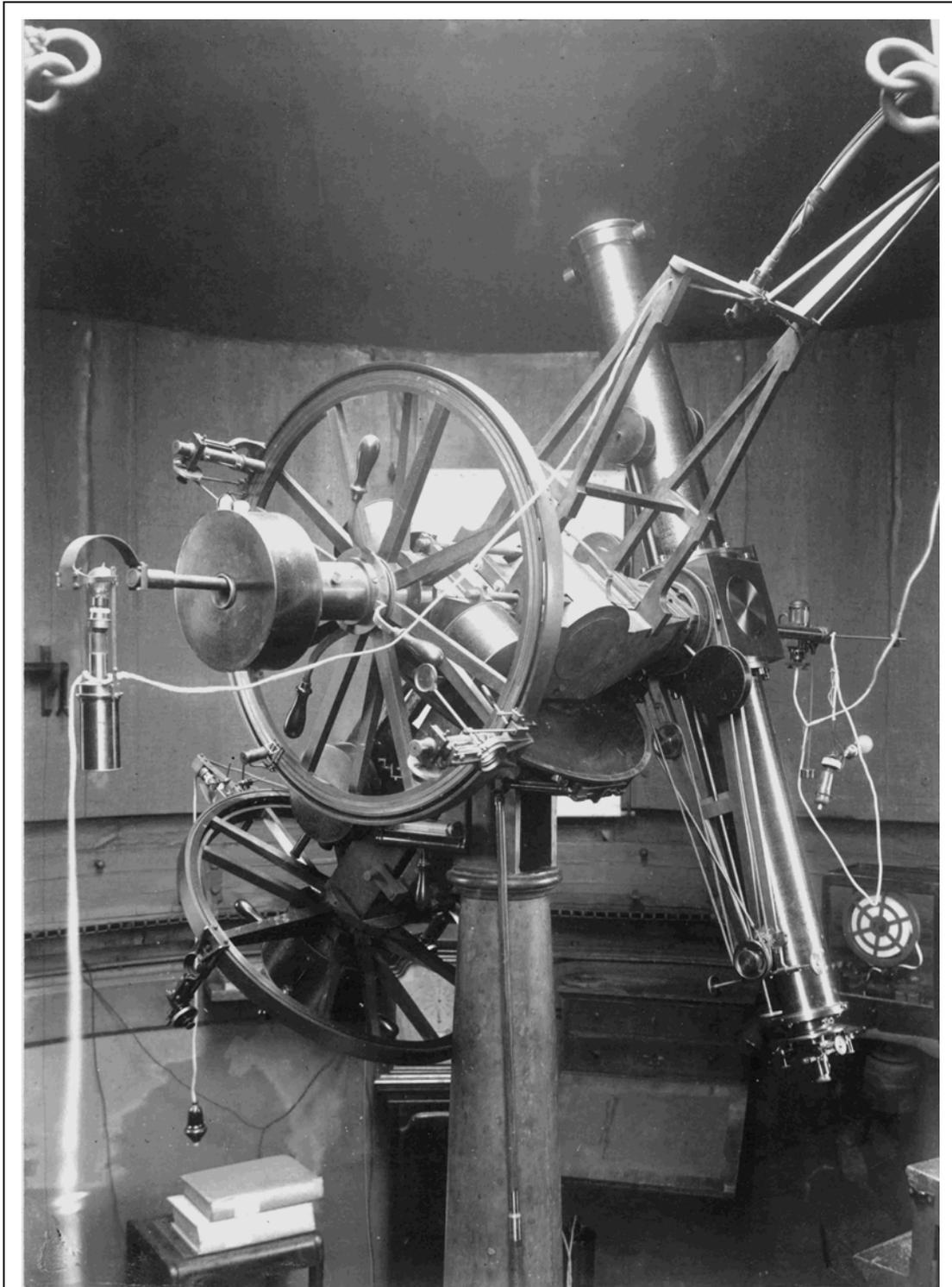


Abb. 1: Das Gothaer Äquatorial, Vorderansicht um 1900

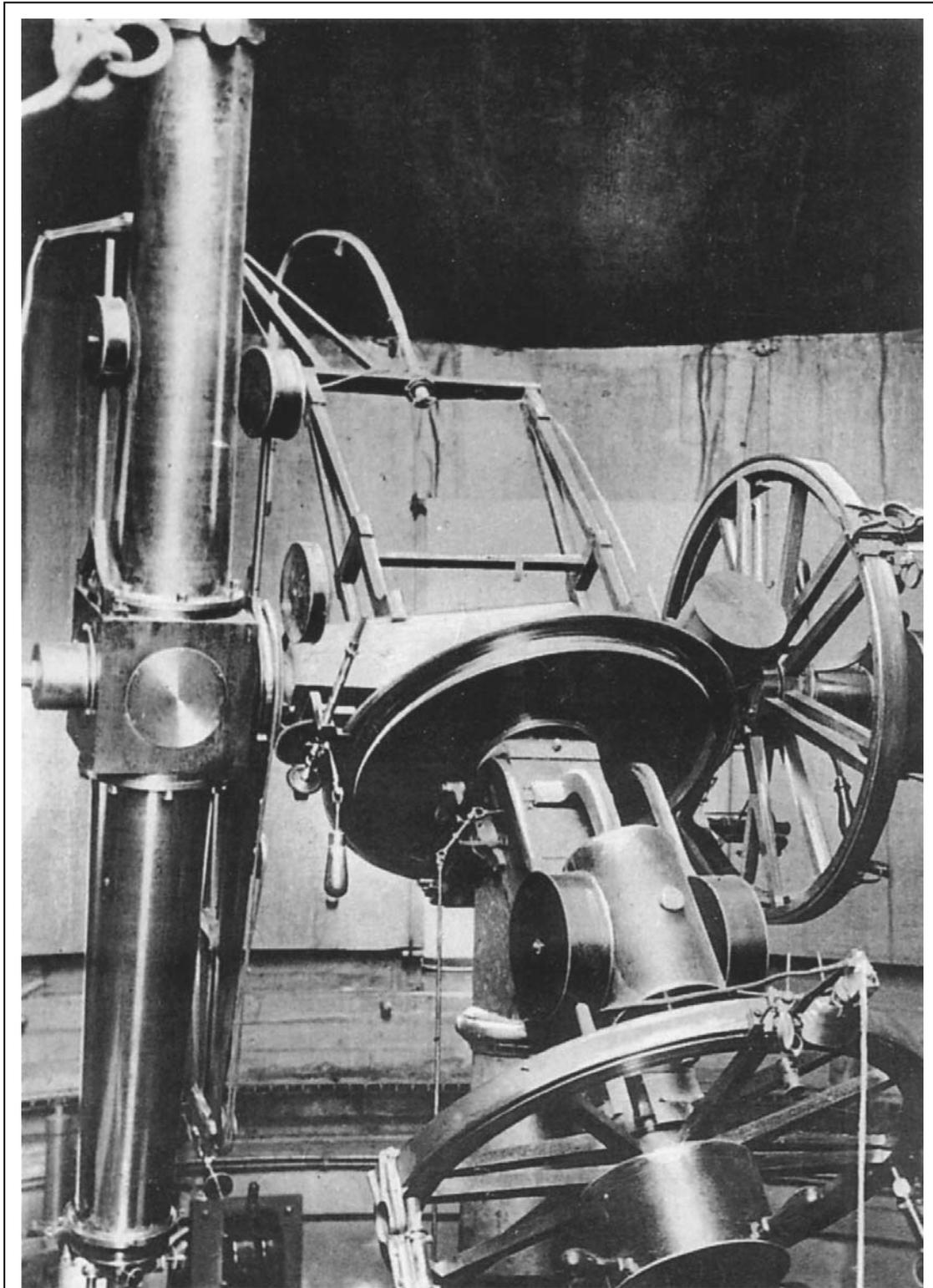


Abb. 2: Das Gothaer Äquatorial, Rückansicht um 1900

Objektdaten

Bezeichnung:	Gothaer Äquatorial (Hansen-Äquatorial)
Hersteller:	Repsold & Söhne Hamburg
Zeitstellung:	1860
Auftraggeber 1859:	Prof. P. A. Hansen (im Namen von Herzog Ernst II zu Sachsen-Coburg und Gotha)
Aufstellungsort:	Neue Sternwarte Jägerstraße in Gotha
Eigentümer:	Stiftung Schloss Friedenstein Gotha
Gewicht:	ca. 550 kg
max. Höhe:	ca. 3 m
Optik:	Firma Steinheil in München
Brennweite:	1620 mm
Objektiv:	Steinheil Nr. 1235 (Öffnung: 122 mm)
Material:	Gusseisen (Stativ)
	Stahl (Teile der Mechanik)
	Messing (Teile der Mechanik/Verkleidungen)
	Silber (Skalen der Teilkreise)
	Blei (Gewichte)
	Glas (Optik)
	Holz (Bedienelemente/Griffe)

Erläuterung des Begriffs Äquatorial, Wertstellung und Besonderheiten

Die Bezeichnung Äquatorial bezieht sich im engeren Sinne nicht auf das Fernrohr selbst, sondern auf dessen speziellen Unterbau, der sog. parallaktischen Montierung (auch deutsche Montierung genannt). Diese stellt bereits eine technische Meisterleistung dar. Bei dem eigentlichen Fernrohr handelt es sich um einen Refraktor und somit um ein einfaches Linsenteleskop. In seiner Konstruktion stellt es die älteste Bauart von Teleskopen dar und wird vornehmlich für die Beobachtung von Planeten eingesetzt.

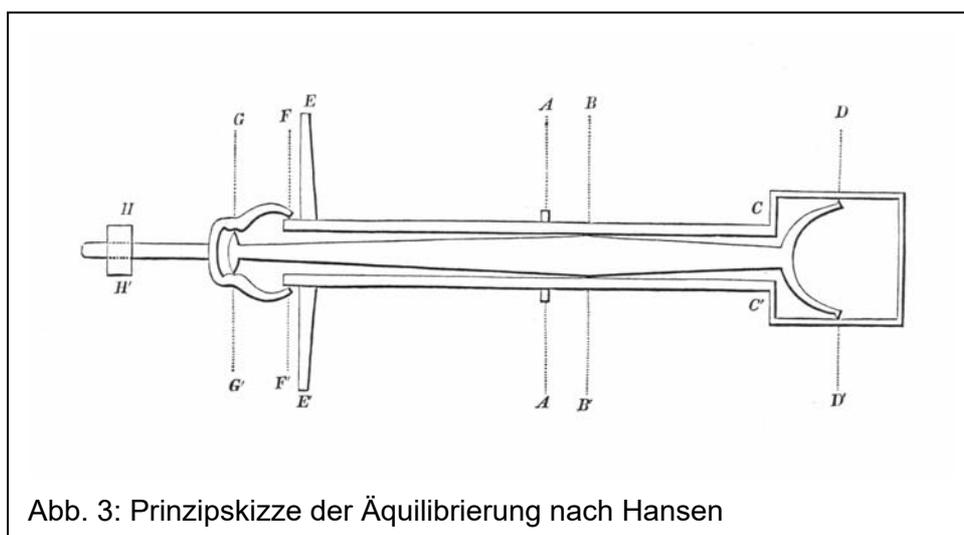
Erhält ein Refraktor die oben genannte parallaktische Montierung (im Äquatorsystem beweglich), so erlaubt dies eine genau definierte Bewegung der beiden Achsen und somit des Teleskops in alle Richtungen und ermöglicht vor allem die "Verfolgung" von Objekten am Himmel auf einer einzigen Achse - der Rektaszension. Mit Hilfe der Deklinationsachse wird über den Teilkreis mit dessen Nonius- und Winkelgradeinteilung der Abstand eines Sterns vom Himmelsäquator eingestellt. Die Stundenachse hat die Aufgabe, die Erdrotation auszugleichen, bzw. ihr entgegenzuwirken. Ihr Teilkreis besitzt eine Stunden- und

Minuteneinteilung. Dies erfolgt über ein Schneckengetriebe, welches auf den sog. Stundenkreis einwirkt und sich im Kopf der parallaktischen Montierung befindet.

Durch ein Taktsignal von der zentralen Hausuhr, einer Riefler Typ b, Nr. 176 bewegte sich das Fernrohr mit synchroner Rotationsgeschwindigkeit der Erde, von Osten nach Westen, also in entgegengesetzter Richtung mit 1° in 4 Minuten. Auf diese Weise bleibt der beobachtete Himmelskörper ohne ständige manuelle Nachführung im Okular sichtbar. Zum Ausgleich der Ungenauigkeit dieser Konstruktion erhielt das Äquatorial noch eine Feinjustierung sowohl für die Deklinations- als auch die Stundenachse, die erstmalig vom Beobachter bedient werden konnten, ohne dass dieser seinen Platz verlassen musste. Voraussetzung für die Funktion der beschriebenen Montierung ist die exakte Aufstellung des Instrumentes. Die Stundenachse ist präzise in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet, also parallel zur Erdachse und zeigt auf den Polarstern.

Besonderheiten und Einsatzzweck

Der Astronom Prof. P. A. Hansen selbst hatte zu diesem Fernrohr eine völlig neuartige Äquilibrierungseinrichtung entwickelt (Abb.: Nr. 3), deren Ziel es war, das Fernrohr in jeder Bewegung und in jeder möglichen Position in sich völlig austariert zu halten. Damit sollte eine Durchbiegung der Achsen und somit ein Messfehler bei der absoluten Sternenbestimmung verhindert werden. Alle Gewichte sollten sich bei jeder Bewegung gegenseitig aufheben und so den Messfehler bei der Bewegung des Fernrohrs minimieren. Hiermit soll noch einmal auf die herausragende Stellung dieses Instrumentes hingewiesen werden, da es gleich mehrere konstruktive Neuheiten aufweist, welche an vielen späteren Geräten ebenfalls zur Anwendung kamen.



Die Firma Repsold aus Hamburg und ihre Geräte

Die Firma Repsold gehörte neben wenigen anderen wie z.B. Reichenbach in München zu den Begründern des Optik- und speziell des optischen Instrumentenbaus weltweit. Wie es zu dieser Zeit noch üblich war, wurden alle Bestandteile eines Gerätes in derselben Werkstatt gefertigt, d.h. die Mechanik und auch die Optik, was ein außerordentlich breites Wissensspektrum erforderte. Die Firma bestand über 100 Jahre und durch drei Generationen geführt von drei unverwechselbaren Individualisten: Johann Georg, Adolf und Hans Repsold (Abb. Nr. 4). Sie waren Mitbegründer des astronomischen Gerätebaus in der Mechanik und Forscher zugleich. Sie trieben die Entwicklung in diesem Bereich entscheidend voran, und so ist es nicht weiter verwunderlich, dass wir ihre optischen Geräte heute noch in der ganzen Welt finden.



Abb. 4: Oscar und Johannes Repsold

Die Geschichte im Überblick

- 1859 Bestellung des Äquatorials für Gotha durch Hansen
- 1860 Auslieferung und Aufstellung in der Sternwarte Jägerstraße durch Hans und Adolf Repsold
- 1885 Umbau des Äquatorials zu einem Refraktor durch die Firma Repsold in Hamburg (neuer Gewichtsantrieb, Fadenmikrometer mit Positionskreis, Objektiv der Firma Reinfelder & Hertel, elektrische Beleuchtung)
- 1934 Auflösung der Herzoglichen Sternwarte in der Jägerstraße
- 1935 Umsetzung des Äquatorials durch den Schlossermeister Wenzel in die Kuppel der Arnoldschule (Abänderung des Stativs)
- 1945 versuchte Demontage durch amerikanische/russische Soldaten mit Teileverlust (das Objektiv von Reinfelder & Hertel von 1885, alle Ablesemikroskope, die Einrichtungen für die Beleuchtung, Okular mit Stützen von 1860, ein Teil der Gewichte zur Aquilibrierung des Fernrohrs, eine messingne Nachführstange zum Federpendelregulator)
- behelfsmäßige Reparatur durch den Lehrer Dieter Pauli
- 1956 Einstellung des Beobachtungsbetriebs aufgrund irreparabler Kuppelschäden
- Ende der 1970iger Jahre erfolgte die Totaldemontage durch das Traktorenwerk Gotha
- Übergabe an das Museum für Regionalgeschichte und Volkskunde (jetzt Stiftung Schloss Friedenstein Gotha)
- mehrfache Umlagerung der Einzelteile innerhalb des Museums
- Mitte der 1980iger Restaurierungsversuch mit erneuten Schäden, Teileverlust
- 06.10.2003 Beginn der Recherche zum Objekt
- 29.10.2003 Übergabe der Einzelteile an den Verfasser
- 11/2004 Auffinden des als Verschollen gegoltenen Altonaer Äquatorials im Optischen Museum in Jena (Vorgängermodell)
- 10.03.2004 Kopien aller Originalzeichnungen aus dem Staatsarchiv Hamburg
- 10.04.2004 Fertigstellung der Recherche und der Teilekataloge als Voraussetzung einer möglichen Restaurierung
- 06/2004 Beginn der Konservierung/Restaurierung mit den Teilen der inneren Mechanik, Neufertigung fehlender notwendiger Teile und Baugruppen, weitere Recherchen
- 01/2005 Durchführung aller notwendigen Analysen zum Material und Farbaufbaus
- 28.02.2005 Beginn der praktischen Bearbeitung

- 03.2005 keine Bereitstellung von Ministerialen Fördermitteln – das Projekt droht zu scheitern; Sammeln von Spendengeldern
- 12.04.2005 Erste Totalmontage nach 35 Jahren, Aussage der Rekonstruierbarkeit bestätigt
- 05.-07.2005 Durchführung einer Klimamessung im Turm der Sternwarte Jägerstraße zu den Möglichkeiten der Wiederaufstellung
- 31.05.2005 Bestellung des neuen Stativunterteils mit Dreifuß durch den Sponsor, die FH Erfurt
- 24.06.2005 Fertigstellung und Auslieferung des Stativunterteils durch die Metallgießerei Pößneck
- 07.2005 Neuer Farbaufbau an nahezu allen Außenflächen
- 08.2005 Montage des vollständigen Äquatorials in Jena zum Zweck der Funktionsprüfung und Dokumentation, Erstellung eines Montage- und Wartungsplanes
- 07.10.2005 Erstpräsentation des wiederhergestellten Instrumentes
- 11/2005 Demontage und Verpackung in Transportbehälter
- 06.06.2006 Überführung des demontierten Fernrohrs nach Gotha ins Magazin der Stiftung Schloss Friedenstein
- 2007 angedachte Wiederaufstellung des Äquatorials durch den Verfasser im Turm der Sternwarte Jägerstraße, nach Beendigung der Restaurierung des Turms und Rekonstruktion der Kuppel

Grundlagen und Voraussetzungen zur Wiederherstellung

Zunächst waren umfangreiche Recherchen zur Firma Repsold und zum Instrument selbst angestellt worden.

Eine wesentliche Voraussetzung zu einer möglichen „Rekonstruktion“ war das Auffinden der Originalzeichnungen. Selbige befanden sich als Satz von 13 Zeichnungen (eine Zeichnung fehlte) im Hamburger Staatsarchiv. Nach längeren Bemühungen war es möglich Kopien in Originalgröße zu erhalten. Als großes Problem erwies sich das Fehlen von Maßangaben jeglicher Art auf den Zeichnungen. Der gelbliche Hintergrund ist auf die Vergilbung der Originale zurückzuführen, da diese ja bereits 146 Jahre alt sind. Vorhandene Angaben zu den Gewichten sind in Pfund angegeben. Diese wurden allerdings nachträglich durch Präbeln noch verändert und konnten somit ebenfalls nur als Richtwerte bei der Neuanfertigung von fehlenden Gewichten verwendet werden. Die zugrunde liegenden Maßstäbe sind aus dem vorhandenen Zeichnungsindex ersichtlich. Zur Herstellungszeit war die Maßeinheit Fuß gebräuchlich, wobei davon auszugehen ist, dass hier der Hamburger Fuß mit 1 Fuß = 28,461 cm angewendet wurde (Abb. Nr. 5).

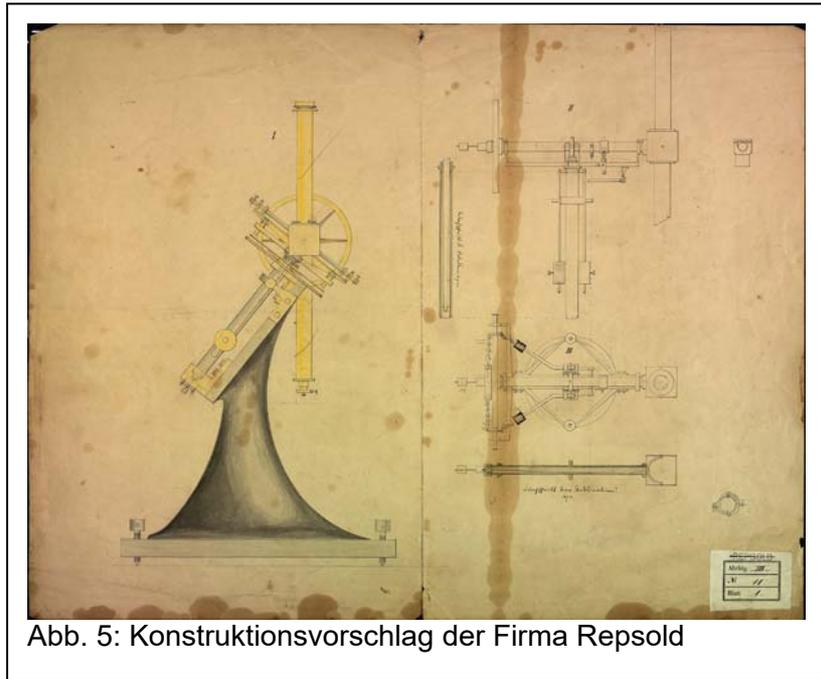


Abb. 5: Konstruktionsvorschlag der Firma Repsold

Zwar sind die Zeichnungen maßstäblich gezeichnet, doch muss hier der Größenfehler durch Alterung der Originale und den Vorgang des Kopierens berücksichtigt werden. Hinzu kommt die außerordentliche Komplexität der Zeichnungen selbst. Sie wurden zum Teil vor der Fertigung des Instrumentes gezeichnet und zum Teil danach. Daraus ergibt sich, dass in der Fertigung vorgenommene notwendige konstruktive Änderungen nicht in den Zeichnungen zu finden sind. Sie vermitteln folglich einen guten Überblick zur Konstruktion und tragen zum Gesamtverständnis des funktionellen Aufbaus bei, genaue Schlüsse lassen sich aber nur selten aus ihnen ziehen (Abb. Nr. 6).

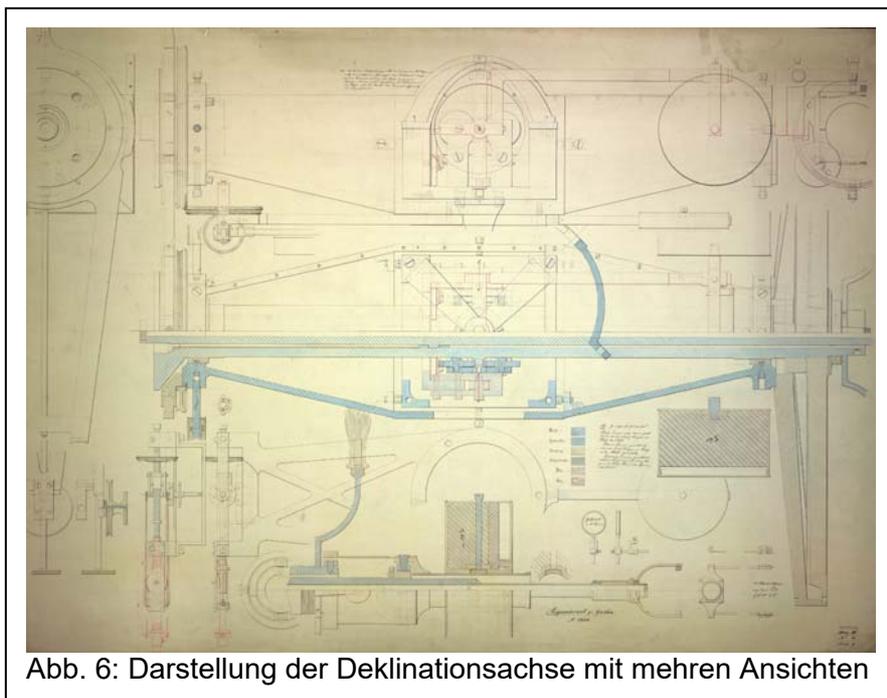


Abb. 6: Darstellung der Deklinationsachse mit mehreren Ansichten

Die dritte entscheidende Quelle stellte der Vorgänger, das sog. "Altonaer Äquatorial" dar. 1858 von der Firma Repsold für die Altonaer Sternwarte gebaut, wurde das Instrument am 27./28. Oktober 1858 aufgestellt.

Da es in seinen Bestandteilen und Dimensionen im Wesentlichen dem Gothaer entsprach, kann es als direkter Vorgänger bezeichnet werden. Der Vergleich der Zeichnungen des Altonaer Äquatorials mit denen des Gothaer im Hamburger Staatsarchiv bestätigte dies ebenfalls. Der Aufbau ist prinzipiell gleich, die Abmessungen vieler Bauteile identisch bis auf die Änderungen zur Äquilibrierung und den damit verbundenen konstruktiv notwendigen Verstärkungen.

Über das Altonaer Äquatorial ist nicht viel bekannt und auch Fotomaterial ist anscheinend nicht (mehr) vorhanden. In der Literatur wird es meist zusammen mit dem Gothaer behandelt und findet keine nähere Betrachtung.

Der Verbleib des Instruments blieb lange Zeit unklar. (viele Fernrohre wurden zu Kriegszeiten demontiert und auf Kriegsschiffen verwendet, die Überreste wahrscheinlich eingeschmolzen).

Die Wiederentdeckung dieses Gerätes ist dem Zufall zu verdanken. Bei einem Besuch des Optischen Museums in Jena fiel dem Verfasser bei der Besichtigung der Fernrohre eines sofort ins Auge. Es wies deutliche Übereinstimmungen mit dem Gothaer Äquatorial auf. Eine Nachfrage ergab, dass die Herkunft dieses Repsold-Gerätes unklar sei und es bereits in den ersten Archivlisten der Sammlung aufgeführt wird. Es kann also davon ausgegangen werden, dass es direkt nach Auflösung der Altonaer Sternwarte oder auch später von Carl Zeiss selbst für seine optische Sammlung aufgekauft wurde.

Da es wie die meisten Geräte der Firma Repsold kein Typenschild trägt, konnte die Identifizierung nur über seine Dimensionen erfolgen. Die Listen zu allen gebauten Geräten weisen kein weiteres Instrument aus, das auch nur annähernde Übereinstimmung aufweist. Es ist fragmentiert und zum Teil beschädigt, das Fernrohr selbst fehlt völlig. Viele weitere Teile wie Gewichte und Teilkreise fehlen, das Stativ jedoch ist in gutem Zustand und stellt insofern eine wesentliche Quelle für die Nachbildung des fehlenden Unterteils am Gothaer Äquatorial dar. Ebenso konnten Details zur Konstruktion der Mechanik überprüft, der Farbaufbau bestätigt und Referenzproben angefertigt werden.

Auch die Untersuchungen anderer Teleskope und Refraktoren aus dem Entstehungszeitraum ergaben Anhaltspunkte und Aufschlüsse zu ungeklärten Fragestellungen.

Im Anschluss an die Recherchen wurde nun mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse ein Katalog aller vorhandenen Teile erstellt. Im ständigen Vergleich mit den Originalfotos und den Zeichnungen wurden die Teile bestimmt, bezeichnet und auf ihren Zustand hin untersucht sowie beschrieben.

Naturwissenschaftliche Analysen der Materialien und des Farbaufbaus

Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Voruntersuchungen wurden Analysen durchgeführt zu den wesentlichen Fragestellungen der Materialzusammensetzung, der Korrosion und des Farbaufbaus. Aufgrund des Objektumfangs war eine große Anzahl von Analysen zur eindeutigen Klärung der Sachverhalte nötig.

Zum Farbaufbau wurden weiterhin Querschliffe verschiedener Teile angefertigt, welche hier einen Überblick über die Schichtenabfolge und ihrer Benennung geben sollen.

Darstellung der Farbfassung:

- **Schicht a:** Rötliche Grundierung (Original-Fassung) Probe 1 → Bleimennige
- **Schicht b:** Schwarze Fassung (Original-Fassung) Probe 2 → Leinölgebunden
- **Schicht c:** erste helle weiß-graue Überfassung Probe 3 → Leinölgebunden
- **Schicht d:** zweite dunkle graugrüne Überfassung Probe 4 → Leinölgebunden
- **Schicht e:** dritte weiße Überfassung (Arnoldischule) Probe 5 → Alkydharzgebunden
- **Schicht f:** Klarlack auf den Messingteilen (Original) Probe 6 → modifizierter Schellack. Sie bildet die Originalschicht auf den metallstichtigen Teilen und ist somit oft gleichfalls von den Überfassungen (Schichten c bis d und e) überlagert.

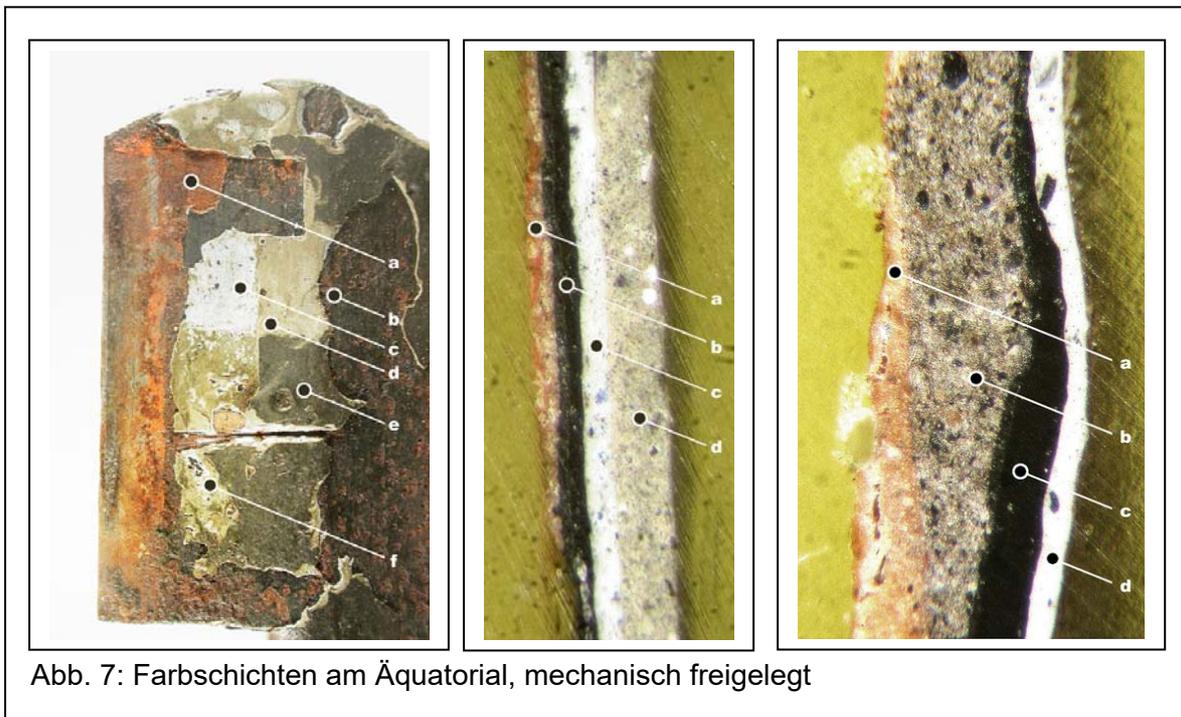


Abb. 7: Farbschichten am Äquatorial, mechanisch freigelegt

Der Instrumentenlack (Schicht f):

Eine weitere Beschichtung, deren Zusammensetzung zu ermitteln war, stellte der Klarlack, im Folgenden als Instrumentenlack bezeichnet, dar. Mit diesem waren alle metallischen, also nahezu alle Messingteile sowie die Eisenteile der inneren Mechanik des Fernrohrs behandelt. Dieser ist war noch an wenigen Teilen nachzuweisen. Er wurde entweder überfasst (Schichten c bis e) oder durch die ihn unterwandernde starke Korrosion angegriffen und zerstört. Gut erhalten ist er nur auf Flächen, die vor schädigenden Einflüssen völlig geschützt lagen. Deutlich wird hier auch der Unterschied zum Farbton des unbehandelten Messings sichtbar (Abb. Nr.: 8).



Die Recherchen ergaben, dass Instrumente um 1860 (Bauzeit) mit modifizierten Schellacken beschichtet wurden. Der Farbton, welcher identisch ist mit dem zeitlich vergleichbarer anderer optischer Geräte, stellt sich als goldgelb mit einem rötlichen Stich dar. Auf den ersten Blick entsteht der Eindruck, dass es sich um eine Ölvergoldung handelt. Solche Lacke auf Schellackbasis wurden je nach gewünschtem Farbton mit verschiedenfarbigen Harzen und natürlichen Farbstoffen gemischt, um dem Instrument diesen speziellen Farbton zu verleihen. Allerdings sind die Rezepte zur genauen Zusammensetzung solcher Lacke aus der Zeit dieses Instrumentes kaum aufzufinden. Es muss davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei um wohlbehütete Geheimnisse gehandelt hat, die nur mündlich weitergegeben wurden. Selbst das Optische Museum in Jena besitzt trotz einer umfangreichen Sammlung von Originalschriften kein solches Rezept.

In einem Rezeptbuch für Uhrmacher von 1952 war ein solches Rezept erhalten, allerdings ohne genaue Zeitangabe. Nach diesen Angaben wurde ein Lack anfertigt und mit diesem Tests durchgeführt. Diese zeigten, dass die Herstellung eines solchen Lackes wohl möglich ist, jedoch eine große Erfahrung und umfassende Kenntnisse auf diesem Gebiet voraussetzen.

Das Restaurierungskonzept

Das vor dem Beginn der praktischen Ausführung erstellte Restaurierungskonzept, welches auf allen gewonnenen Erkenntnissen beruht, soll im Folgenden kurz umrissen werden, da die einzelnen Schritte der beschlossenen Maßnahmen dort erläutert und begründet werden. Zuvor soll noch auf das Schadbild sowie spezielle Fragestellungen eingegangen werden, welche die Grundlage für teilweise große Eingriffe bildeten.

Das Schadbild:

Der Zustand bei der Übernahme aller Einzelteile des Äquatorials wird aus der Abbildung Nr. 9 deutlich. Im Folgenden soll anhand aussagekräftiger Beispiele exemplarisch das vorgefundene Schadbild dargestellt werden. Dies betrifft vor allem beschädigte Teile und den Zustand der Oberflächen. Nicht eingegangen wird auf fehlende Teile. An dieser Stelle kann aber bereits auf Grundlage der Dokumentation aller Teile ausgesagt werden, dass eine erhebliche Zahl von Teilen nicht vorhanden war, welche jedoch ersetzt werden konnten.



Abb. 9: Zustand aller Einzelteile bei Übergabe im Oktober 2003



Abb. 10: Teil der Stundenachse mit Ermüdungsbruch

Auf Abbildung Nr. 10 ist eines der Eisenteile im Übernahmestand dargestellt. Gut ist die Oberflächenkorrosion und die Bruchstelle zu erkennen. Der rechte Arm weist ebenfalls einen Riss auf. Es handelte sich hier zweifellos um Ermüdungsbrüche infolge langjähriger einseitiger Belastung. Auf dem Bruchstück waren zudem noch Reste der Überfassungen zu erkennen. Dies ließ den Schluss zu, dass von der Brücke und dem Rad die Farbfassung bereits entfernt wurde,

vermutlich bei dem Restaurierungsversuch in den 1980igern. Daraus folgte, dass es sich bei der Korrosion um eine erneute handelte. Teile wie dieses wären in der Neuanfertigung sehr aufwendig gewesen, eine Reparatur war jedoch möglich.

Die sehr starke Korrosion ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Zum einen wurden die Teile wohl durch langjährige mechanische Beanspruchung verschlissen und zum anderen waren sie durch ihre exponierte Lage am Fernrohr ungeschützt den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt. Auch schienen sie mit den bereits angeführten chemischen Bädern (Gelbbrenne) behandelt worden zu sein, da nur Eisenteile in Kombination mit Messingteilen diesen starken Materialabtrag zeigten. Saure Bäder haben vermutlich das Eisen so extrem schädigen und auch eine nachhaltige Kontaktkorrosion auslösen können. Diese Teile konnten zum Teil nicht wieder verwendet werden.

Die Außenflächen der Eisengussteile zeigten eine fortgeschrittene Korrosion mit Lochfraß und zum Teil bereits tiefen Narben, ebenso die wenigen Reste einer Farbfassung. Stellenweise ist es durch Korrosion zu flächigen Materialverlust an der Oberfläche gekommen.

Die Messingteile weisen eine ähnlich schwere Form der Korrosion auf, wie die folgenden Beispiele deutlich belegen. Zum einen Teil waren sie von den Überfassungen (c/d/e) "geschützt", wie z.B. die meisten Gewichte, zum anderen besaßen sie keinerlei Oberflächenschutz vor den einwirkenden Umwelteinflüssen.

Der Vorzustand des Gewichtsdeckels (Abb. Nr.: 12) macht deutlich, wie schädigende Umwelteinflüsse durch das defekte Kuppeldach der Korrosion Vorschub geleistet haben. Ursprünglich war dieses Teil mit dem Schellack beschichtet, später wurde es mindestens einmal überfasst. Doch keine der Beschichtungen konnte den schädigenden Einwirkungen standhalten. Der rötliche Farbton rührt von der bereits beschriebenen Entzinkung her. Auf der rechten Bildseite ist der Deckel in gereinigtem Zustand abgebildet. Deutlich ist der flächige Lochfraß zu erkennen, der sich auf nahezu allen äußeren Teilen findet. Die wolkige Oberfläche ist auf die Reinigung zurückzuführen und nicht Auswirkung der Korrosion.

Ein weiteres Beispiel für die Zerstörung der Oberfläche zeigt Abbildung 11. Der Uhrkreis zeigt den Originalzustand und ist zu keinem Zeitpunkt neu lackiert oder behandelt worden. Mit wenigen Ausnahmen repräsentieren diese Beispiele den Gesamtzustand der Messingteile.

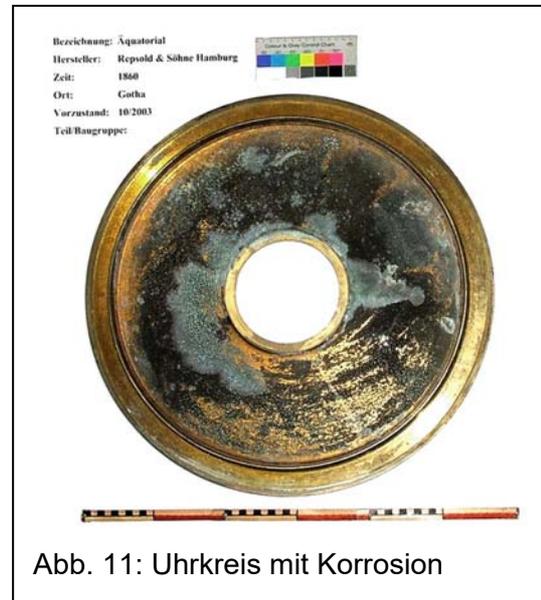


Abb. 11: Uhrkreis mit Korrosion



Abb. 12: Deckel eines Gewichts vor und nach der Reinigung

Die Eisenteile besaßen die schon beschriebene Farbfassung bestehend aus zwei Originalschichten und bis zu drei Überfassungen. An dieser Stelle soll noch einmal explizit auf das äußere Erscheinungsbild bzw. den Flächenanteil an erhaltener Farbfassung eingegangen werden bei dem es sich um ca. 30% handelt. Große Teile der noch vorhandenen Fassung sind weitläufig von Korrosion unterwandert. Auf der Abbildung Nr.: 13 ist eine der beiden Büchsen dargestellt, die sowohl als Trägerelemente fungieren, als auch die innere Mechanik schützen. Der Großteil der Oberfläche war von Korrosion bedeckt, nur an wenigen Stellen waren die Reste der Farbfassungen noch vorhanden. Dem Augenschein nach wurde versucht die Fassungsreste zu entfernen. Die Seitenfläche wies gut sichtbare

Kratzspuren auf. Der Bereich, auf den der rote Pfeil weist, zeigt die schwarze Originalfassung. Diese Stelle wurde bei einer Nachlackierung durch ein montiertes Gewicht verdeckt.



Die Eisenteile der in den Büchsen befindlichen Mechanik waren mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls lackiert. Reste des Klarlackes (die Analyse ergab ebenfalls einen Lack auf Schellackbasis) und auch Reste der Mennige (Probe 1/Schicht a) sowie des schwarzen Lackes (Probe 2/Schicht b) konnten nachgewiesen werden. Auch sprach der relativ gute Zustand der Oberflächen, im Gegensatz zu dem der äußeren Teile, für eine Beschichtung. Die Beispiele des Vorzustandes (Abb. Nr.: 14) belegen dies eindeutig. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die inneren Teile nur durch die äußere Abschirmung so gut geschützt waren, dass sie nicht korrodiert sind.



Zudem ergab der Umgang mit diesen Teilen, dass sie bereits nach einer Berührung mit der Hand zu korrodieren beginnen. Es ist anzunehmen, dass diese Fassungen bereits zu einem früheren Zeitpunkt, wahrscheinlich dem Restaurierungsversuch in den 1980igern, nahezu vollständig entfernt wurden.

Auch der Vergleich mit dem Altonaer Äquatorial, spricht dafür, dass die Teile der inneren Mechanik zum Teil lackiert waren.

Zusammenfassend konnte gesagt werden, dass sich die in den Innenräumen des Fernrohrs befindliche Mechanik in einem mechanisch und optisch guten Zustand befindet. Eine Farbfassung besaßen sie zum Großteil nicht mehr. Die freiliegenden Eisenteile hingegen wiesen einen schlechten bis kritischen Zustand auf. Die Farbfassung, bestehend aus den Resten von bis zu 4 übereinander liegenden Schichten war sehr stark geschädigt und von Korrosion unterwandert. Sie bedeckte noch etwa ein Drittel der Oberfläche. Des Weiteren wiesen alle freiliegenden Bereiche eine starke Oberflächenkorrosion mit Lochfraß auf, der an einigen Teilen bereits zum Verlust der Funktion geführt hatte und insgesamt eine erheblich Schädigung für das Objekt darstellte.

Die Überfassungen auf den Messingteilen waren ebenfalls in großen Bereichen von Korrosion unterwandert. Die Reste des Klarlackes sind weitestgehend zerstört und entfernt worden. Die für Messing außergewöhnlich starke Korrosion mit Lochfraß hat den Großteil der originalen Oberfläche geschädigt, wie auf dem Beispiel (Abb. Nr.: 15) noch einmal eindrucksvoll zu sehen ist. Rechts ist der Vorzustand eines Deckels dargestellt, anschließend wurden die Reste der Überfassungen entfernt und letztlich die Korrosion – zurück bleibt die zerstörte Oberfläche.

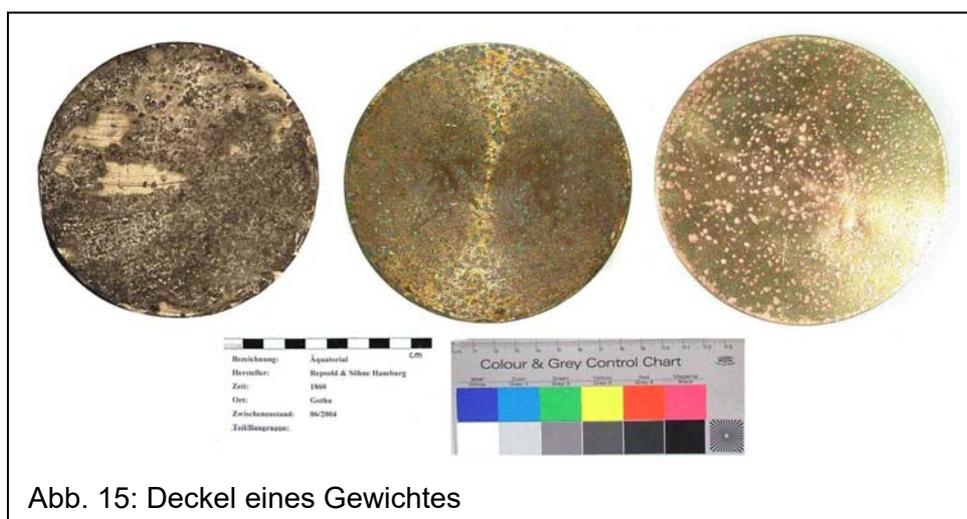


Abb. 15: Deckel eines Gewichtes

Diskussion zu einzelnen Problemstellungen der Konservierung/Restaurierung als Voraussetzung zur Erstellung des Restaurierungskonzeptes

Infolge des hohen Schädigungsgrades konnte die originale Oberflächenbeschichtung nur in einigen Ausnahmefällen erhalten werden. Die visuelle Erscheinung des Vorzustandes aller Teile war so unruhig, dass sie so nicht belassen werden konnte – die Mehrzahl der Eisenteile wiesen mindestens drei verschiedene stark verschmutzte Farbschichten auf, je nach Grad der Abblätterung. Weiterhin waren einige Teile noch weiß überlackiert (aus der Zeit in der Arnoldschule). Ein Viertel bis ein Drittel dieser Teile besitzt infolge des Restaurierungsversuchs in den 1980iger Jahren keinerlei Beschichtung mehr. Diese Bereiche wiesen starke Korrosion mit erheblichem Lochfraß auf, welche die umliegenden Lackschichten großflächig unterwandert hatten.

Der starken und flächigen Korrosion konnte nicht begegnet werden, wenn nicht alle Reste der Farbschichten vorher entfernt wurden. Die Messingteile, welche im Originalzustand einmal metallstichtig mit einem farbig leicht modifizierten Klarlack beschichtet waren, sind ebenfalls zum Großteil mit zwei Farbschichten überzogen. Ebenso wie die Eisenteile, weisen sie nahezu alle eine starke Korrosion auf, die sich wie im Schadbild ausgeführt auch unter die Lackschichten erstreckte. Um diese Korrosion zu stoppen, mussten diese Farbschichten sowie die Reste des Klarlacks entfernt werden. Auch wurde eine Anzahl der Messingteile bei dem Restaurierungsversuch in den 1980igern bereits vollständig abgebeizt und dann chemisch behandelt (Gelbbrenne), was ihnen einen sehr hellen Farbton verlieh. Viele der Eisen- und auch Messingteile sind nicht mehr vorhanden oder so stark geschädigt, dass sie nachgefertigt und anschließend beschichtet werden mussten. Wären die Teile im jetzigen Farbzustand montiert worden, wäre zu befürchten gewesen, dass sich dem Betrachter das Objekt in seiner Gesamtheit nicht erschlossen hätte. Es war aufgrund des extremen Schadbildes folglich unumgänglich alle Farbschichten zu entfernen, die Korrosion zu stoppen und dem Objekt ein einheitliches visuelles Erscheinungsbild zu verleihen. Vordringliches Anliegen war jedoch, das Äquatorial für eine möglichst lange Zeit vor schädigenden Einflüssen zu schützen.

Alle Einzelteile wurden begutachtet und in ihrem Istzustand ausführlich dokumentiert. Diese Dokumentation bildete die Grundlage für die Erstellung dieses Restaurierungskonzeptes, welches eine optimale Erhaltung dieses Objektes gewährleisten soll.

Auf die Fragestellung der Teileergänzung wurde bereits kurz eingegangen, ebenso zur Problematik der Optik. Hier soll noch auf eine Problematik verwiesen werden, bei der Originalteile verändert und so weiter verwendet wurden, wie z.B. der Okulartubus mit der Aufnahme (Abb. Nr.: 15).

Bei dem Teil auf der rechten Seite der Abbildung handelte es sich sehr sicher um Originalteile, die verändert wurden. Das Mittelrohr ist eine spätere Ergänzung und der

Okularstutzen könnte von einem anderen Fernrohr stammen. Diese Teile sind jedoch starr miteinander verbunden. Sollten die originalen Bestandteile wieder verwendet werden, konnte das Teil im vorliegenden Zustand nicht erhalten werden. Es war daher zu prüfen, inwieweit die Originalteile wieder verwendet werden konnten. In diesem Fall wurde von einer Erhaltung solcher Umbauten abgesehen, obwohl sie zur Geschichte des Fernrohrs zählen. Sie wurden vor der Demontage in Schrift und Bild dokumentiert. Wenn möglich sollten diese Teile jedoch im überkommenen Zustand erhalten werden. Ebenso galt es zu klären, worauf die Verlängerung der Brennweite des Teleskops zurückzuführen war.



Abb. 15: Sekundär verwendete Originalteile mit Umbauten (Okularstutzen)

Das Konzept

1. Vollständige Demontage aller noch montierten Teilgruppen

Zum Zeitpunkt der Übernahme aus dem Magazin der Stiftung Schloss Friedenstein Gotha lag das Äquatorial bereits in Einzelteilen vor. Bei diesen handelte es sich jedoch zu einem großen Teil um Baugruppen, welche zum Zweck einer sorgfältigen Konservierung und Restaurierung in ihre Einzelteile zerlegt werden mussten.

2. Entfernen aller Auflagerungen

Nach der Darstellung des Schadbildes und der Diskussion zum Istzustand der Oberfläche des Instrumentes wurde beschlossen, die geringen Anteile der Farbfassung, einschließlich der originalen Schichten im Interesse einer wirkungsvollen Konservierung abzunehmen. Nur auf diese Weise ist es möglich die starke Korrosion, die weite Bereiche der Fassung unterwandert hat, zu entfernen.

Eine kleine Anzahl von Teilen besitzt noch die Originalfassung, vermutlich weil sich diese schon seit der Umsetzung in die Arnoldischule nicht mehr am Fernrohr befanden. Auf ihnen soll die Fassung erhalten werden.

Die Teile sollten mechanisch und chemisch gereinigt werden. Das jeweils optimale Verfahren muss in der Durchführung ermittelt werden. Die Oberflächen sollten möglichst sanft von den Auflagerungen befreit werden, neue Schäden dürfen nicht entstehen.

3. Auswahl eines geeigneten Lackes zur Neubeschichtung der Einzelteile

Eine Erhaltung des Originallackes ist bis auf wenige Ausnahmen nicht möglich. Im Anschluss an die Reinigung müssen alle Teile neu beschichtet werden. Diese Beschichtung soll einen optimalen Schutz vor angreifenden atmosphärischen Einflüssen bieten, dem ursprünglichen Erscheinungsbild möglichst nahe kommen und vollständig reversibel sein. Es muss dabei zwischen den Eisen- und den Messingteilen unterschieden werden. Einen Sonderfall stellen die Teile der inneren Mechanik und die Neuteile dar. Die Innen- bzw. Unterseiten vieler Eisenteile besitzen noch die originale Fassung, welche zu keinem Zeitpunkt überlackiert wurde und sich in einem guten Zustand befindet, diese soll erhalten werden.



Auf Abbildung Nr. 16 ist die Mennigegrundierung (Schicht a) deutlich sichtbar, darüber liegt dünn die schwarze Fassung (Schicht b). Vermutlich rührt der geringe Farbauftrag daher, dass auf der Innenseite nur der Pinsel ausgestrichen wurde.

Die Eisenteile sollen nach dem historischen Farbaufbau wieder mit Bleimennige grundiert werden. Anstelle von Leinöl wird Alkydharz als Bindemittel verwendet, da es über bessere Eigenschaften verfügt. Die Mennigegrundierung entspricht dem Originalzustand und bietet aufgrund ihrer aktiven Bestandteile einen ausgezeichneten Schutz für Eisenobjekte. Alkydharz-Bleimennige-Grundanstrichstoffe werden vor allem für Objekte mit hoher geplanter Lebensdauer eingesetzt. Der gesundheitsschädigenden Wirkung wird durch die genaue Einhaltung des Arbeitsschutzes bei der Verarbeitung Rechnung getragen.

Als Decklack wird ebenfalls ein Lack auf Alkydharzbasis zur Anwendung kommen, in dem als farbgebendes Pigment Eisenoxidschwarz verwendet wird, angelehnt an die Zusammensetzung des Originallackes. Als Bindemittel wird ein Alkydharzsystem verwendet, da es mit zahlreichen anderen Bindemittelsystemen angewendet und modifiziert werden kann, eine gute Haftfähigkeit, hohe Härte und gute Elastizität aufweist, lichtecht sehr beständig und bedingt reversibel ist. Alkydharzlacke bieten aufgrund ihrer Eigenschaften einen guten Schutz vor atmosphärischen Beanspruchungen. Sie sind witterungs- und temperaturbeständig bis ca. 100°C und unempfindlich gegen starke Temperaturschwankungen. Das Erscheinungsbild soll ein intensives Mattschwarz sein.

Der überwiegende Teil der Messingteile war original metallstichtig und mit einem modifizierten Schellack (siehe Oberflächenbeschichtung der Messingteile) gefasst, der dem Metall einen goldgelben Ton verlieh. Auf der Abbildung Nr. 17 ist eines der wenigen Teile dargestellt, welches noch die unveränderte Originalfassung aufweist. Es handelt sich dabei um den Übertragungsmechanismus zum Uhrwerk, der nach Versetzung des Instruments in das Arnoldgymnasium nicht wieder angebaut wurde, da kein Uhrwerk vorhanden war. Es ist erstaunlich, dass dieses Teil dennoch erhalten geblieben ist. Die schwarz-goldene Originalfassung lässt die Gesamtwirkung des Urzustandes des Äquatorials nur erahnen.



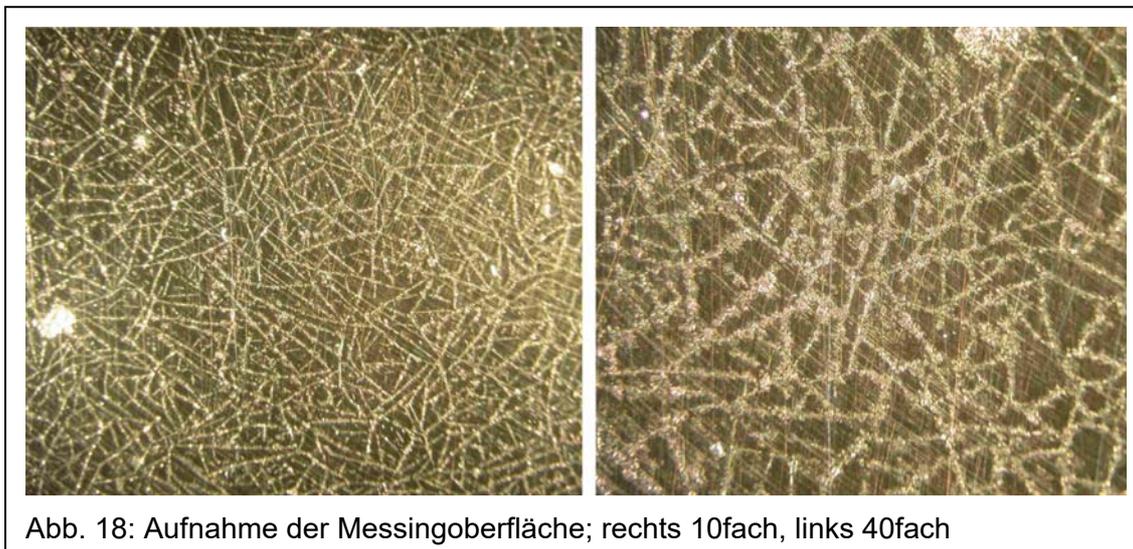
Abb.17: Übertragung zum Uhrwerk mit Originalfassung

Vorgesehen ist, alle metallstichtigen Teile mit einem CN-Kombinationsanstrichstoff zu beschichten. Diese Lacke sind haftfest, hart, elastisch, bedingt reversibel, witterungs- und temperaturbeständig und relativ unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen. Hinzu

kommt, dass in Kombination mit Alkydharzanstrichstoffen sehr gute Schutzüberzüge erreicht werden. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, da auch einige der Messingteile eine schwarze Farbfassung erhalten, wie der Uhrwerkmechanismus (Abb. Nr.: 17) zeigt.

Der Lack soll mit Pigmenten und Farbstoffen eingefärbt werden, so dass er dem Originalfarbton möglichst nahe kommt und seidenmatt glänzt. CN-Lacke neigen zum Vergilben, was jedoch in Bezug auf die Grundfarbe des Metalls nicht von Bedeutung ist.

Von der Verwendung eines Lackes auf Schellackbasis wird aus Gründen der ungenügenden Eigenschaften und der schlechteren Reversibilität (Ergebnis der durchgeführten Proben) abgesehen. Das Verspröden und Reißen von Schellack ist unter dem Mikroskop sehr gut anhand der charakteristischen Linien der feinen Rissbildung (Krakelee) zu ersehen. In diesen ungeschützten Bereichen begann die Korrosion und unterwanderte den Lack großflächig (Abb. Nr.: 18).



Die Teile der inneren Mechanik sind zum großen Teil aus Eisen (Stahl) gefertigt und weisen bis auf wenige Ausnahmen keine Beschichtung mehr auf. Wie bereits ausgeführt ist aber davon auszugehen, dass sie ebenfalls beschichtet waren. Aus diesem Grund und zur Gewährleistung eines optimalen Langzeitschutzes sollen diese Teile ebenfalls mit dem CN-Lack beschichtet werden.

Die für die technische Funktion notwendigen Neuteile werden ebenfalls mit den hier angegebenen Lacken gefasst. Es ist nicht vorgesehen, diese durch andere Farbgebung hervorzuheben, da sie sich durch ihre ungeschädigten Oberflächen bereits deutlich von den Originalteilen unterscheiden. Sie werden mit "NB" für Neubildung gekennzeichnet und in der Dokumentation benannt.

4. Reparatur und Nachbildung fehlender oder beschädigter Teile und Baugruppen

Zielsetzung des Restaurierungskonzeptes ist die Wiederherstellung der mechanischen Funktion des Instrumentes im Sinne einer musealen Vorführung. Daher ist es notwendig beschädigte und fehlende Teile nachzufertigen. Es wird hier unterschieden zwischen Reparatur und Neuanfertigung.

Reparatur beschädigter Teile und Baugruppen

Einige Teile und Baugruppen müssen nicht erneuert werden, es ist möglich sie instand zu setzen, so dass ihre Funktion im Sinne der Zielstellung gewährleistet werden kann. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die zum Teil stark deformierten Bleche, offene Lötstellen und Ermüdungsbrüche, wie im Schadbild erläutert.

Nachbildung fehlender und extrem geschädigter Teile und Baugruppen

Fehlende oder zu stark beschädigte Teile, welche für die Gewährleistung der mechanischen Funktion sowie für den Schutz des Fernrohrs notwendig sind, werden nachgefertigt. Gleiches gilt für Teile mit großer visueller Wirkung, wie z.B. der Handhaben, die den Betrachter das Objekt als Ganzes erkennen lassen. Im wesentlichen handelt es sich bei den anzufertigenden Teilen um Schrauben, die im Verlauf der Zeit abhanden gekommen oder unbrauchbar geworden sind, weiterhin fehlen Verbindungsteile und Bleche der Verkleidung, die sowohl optisch als auch zum Schutz der Mechanik notwendig sind. Eine Sonderstellung nimmt hier die Okularaufnahme ein. Die Aufnahme wurde nachträglich verändert. Das Verbindungselement zwischen ihr und dem Mikrometer (vergleiche Abb. Nr. 19) ist nicht mehr vorhanden. In Hinblick auf eine funktionstüchtige Optik und den ursprünglichen Zustand des Äquatorials soll dieses Teil neu angefertigt werden.

Rekonstruktion des Stativs

Das Stativ nimmt unter allen Teilen eine Sonderstellung ein und muss deshalb getrennt besprochen werden. Bei der Umsetzung des Fernrohrs 1935 in die Arnoldschule erwies sich das Stativ für die Kuppel als zu niedrig. Es wurde in etwa 1,5 Meter Höhe abgesägt und ein Stück abgedreht um das Oberteil in einem Stahlrohr fixieren zu können.



Abb. 19: Provisorisches Stativ

Das abgesägte Unterteil ist nicht erhalten. Da das Stativ sowohl mechanisch als auch visuell für das Objekt von maßgeblicher Bedeutung ist, muss das fehlende Unterteil mit dem Dreifuß neu angefertigt werden. Das vorhandene Oberteil soll mit diesem verbunden und so wieder verwendet werden. Beide Teile müssen kraft- und formschlüssig sowie trennbar miteinander verbunden werden. Die Anfertigung und Anpassung wird einer professionellen Gießerei übertragen.

Aus diesem Grund muss dafür auch die Finanzierung aus dem Konzept ausgegliedert werden. Auf Basis mehrerer Kostenvoranschläge wurden für die Neuanfertigung Fördermittel beim Land beantragt.

Um zunächst aber mit den praktischen Rekonstruktionsversuchen bis hin zu einer Probemontage beginnen zu können, wurde im Vorfeld bereits ein provisorisches Stativ angefertigt, welches die mechanische Funktion gewährleistet (Abb. Nr. 19). Es wurde auf dem Fußboden verschraubt und mit getrocknetem Quarzsand gefüllt.

5. Montage

Ziel der Montage ist die Kontrolle der einwandfreien mechanischen Funktion des Fernrohrs. Der Gesamtzustand des Fernrohrs wird in diesem Schritt in Schrift und Bild dokumentiert.

Weiterhin wird eine Montageanleitung mit Fotodokumentation erstellt, um über Generationen eine optimale Wartung des Fernrohrs zu gewährleisten. Da nach Abschluss der Arbeiten das Instrument zunächst wieder eingelagert wird, muss zudem sichergestellt werden, dass es von anderer Hand zusammengesetzt und einjustiert werden kann.

6. Demontage und Erstellung eines Lagerungs- und Wartungskonzeptes

Voraussetzung zur geplanten Wiederaufstellung am Originalstandplatz in der ehemaligen Sternwarte in der Jägerstraße in Gotha ist eine grundlegende Sanierung des Turms und der Kuppel. Bis zu deren Fertigstellung muss das Äquatorial entsprechend gelagert werden.

Zu diesem Zweck wird es demontiert und in geeigneten Transportbehältern verpackt. Anschließend erfolgt die Überführung in das Magazin der Stiftung Schloss Friedenstein. Dort wird es bis zur Aufstellung unter entsprechenden klimatischen Bedingungen eingelagert. Die Bedingungen der Lagerung werden seitens des Verfassers vorgegeben und kontrolliert. Abschließend wird ein Wartungsplan für die Zeit nach der Aufstellung erarbeitet, welcher der weiteren Erhaltung dieses einzigartigen technischen Denkmals gerecht wird.

Durchführung

Nach der Bestätigung des Restaurierungskonzeptes durch die Stiftung Schloss Friedenstein Gotha, vertreten durch den Direktor des Museums für Regionalgeschichte und Volkskunde, Herrn Thomas Huck wurde mit den praktischen Arbeiten am Äquatorial begonnen. Grundlage bildete die im Konzept erarbeitete Vorgehensweise.

1. Demontage

Einige Teile wurden in montiertem Zustand übergeben, wie z.B. das 1885 ersetzte Positionsfadenmikrometer (Abb. Nr. 21) oder bestanden aus mehreren Einzelteilen, wie das Gewicht auf Abbildung 20. Diese wurden soweit wie möglich demontiert, um eine optimale Konservierung vornehmen zu können.



Das Mikrometer stellt in seiner Gesamtheit die komplizierteste und aufwendigste Baugruppe dar. Es besteht aus 129 Einzelteilen, davon sind 78 Schrauben und 2 Linsen. Aufgrund dieser Vielzahl von Einzelteilen musste die Demontage in Wort und Bild ausführlich dokumentiert werden. Jedes Teil wurde bezeichnet und separat abgelegt.

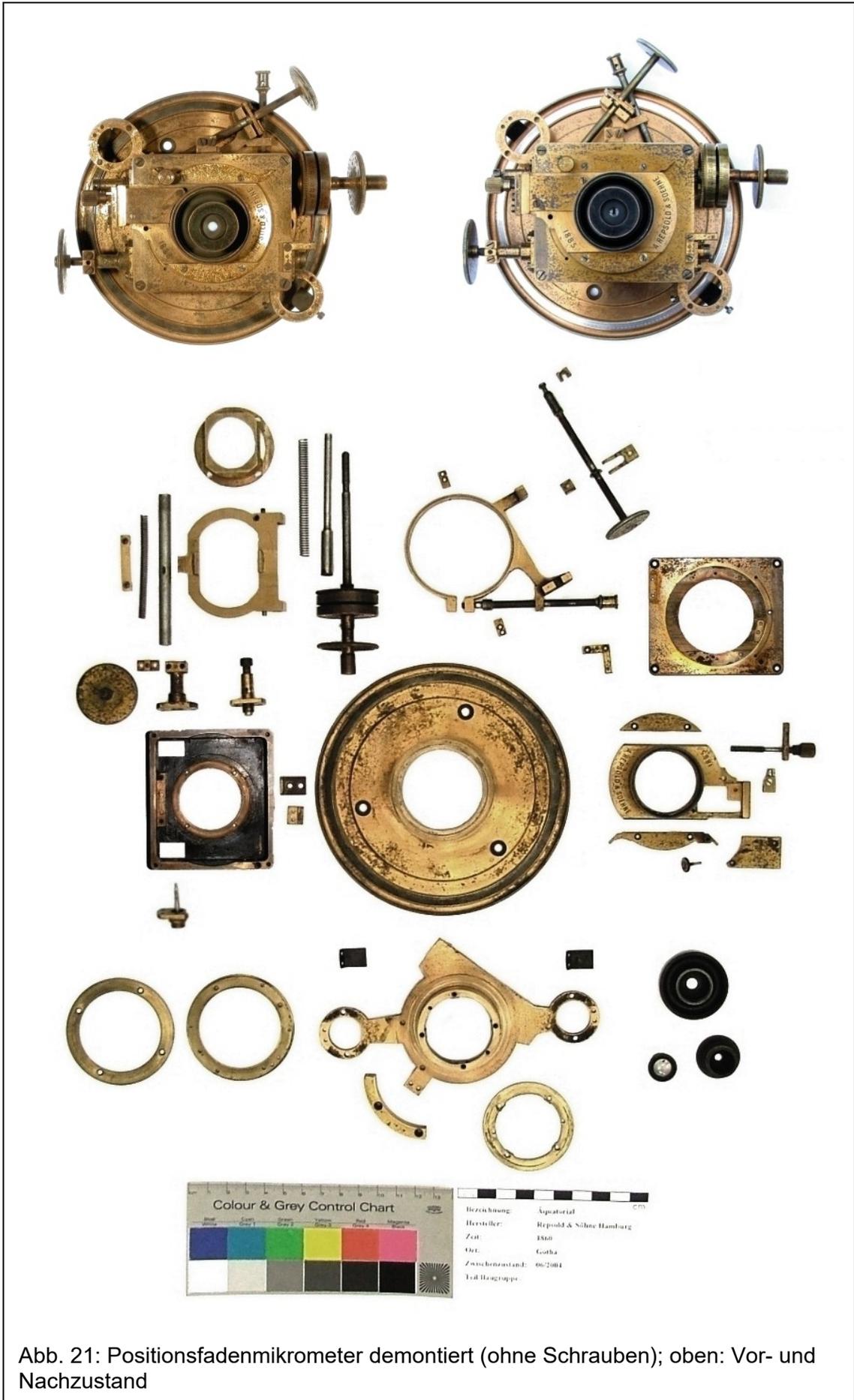


Abb. 21: Positionsfadenmikrometer demontiert (ohne Schrauben); oben: Vor- und Nachzustand

2. Reinigung

Reinigung der Eisenteile

Nach der vollständigen Demontage aller Teile und Baugruppen in Einzelteile konnten diese nun mit dem jeweils optimalen Verfahren gereinigt werden. Auf den Zustand der Oberflächen wurde bereits im Schadbild eingegangen.

Im ersten Schritt mussten die Reste der Farbfassung entfernt werden. Dazu wurde eine Lösung mit 20-prozentiger Natronlauge verwendet, in der die Farbschichten schrittweise gut angelöst bzw. verseift werden konnten. Bei großen Teilen wurde ein handelsüblicher alkalischer Abbeizer verwendet. Anschließend wurden die Teile am Kratzbock unter fließendem Wasser mit weichen Eisenbürsten gereinigt und im Wasserbad neutralisiert. Bei Teilen die eine intakte und erhaltbare Fassung auf der Unterseite aufwiesen, wurden die Farbreste mit Hilfe von Kompressen angelöst.

Auf der Abbildung Nr.: 22 ist die Reinigung exemplarisch an einem Seitendeckel dargestellt. Bei Teilen mit größeren Flächen konnte die Farbe mit einem Zieheisen vollständig mechanisch abgenommen werden (Abb. Nr.: 23). Dies zeigt noch einmal deutlich, wie spröde die Fassung war.



Abb. 22: Seitenblech der Deklinationsbüchse; im Vor-, Zwischen- und gereinigtem Zustand

Zum Teil wurden die Korrosionsprodukte durch die Natronlauge angelöst, ein vollständiges mechanisches Entfernen am Kratzbock war aber nur in Einzelfällen ausreichend. So wurden die Teile mit tiefer Korrosion partiell mit dem Feinstrahlgerät behandelt. Als Strahlgut wurde ein australischer Granatsand verwendet. Das Entfernen der verbliebenen Auflagerungen auf diesem Wege war ein zeitintensives, jedoch sehr schonendes Verfahren.

Eisenteile, die von allen Seiten behandelt werden mussten, wurden in ein Komplexon-III-Bad gelegt. Dieses wurde zur Beschleunigung des Vorgangs in den Wärmeschrank gestellt (70°C). Die Teile wurden in regelmäßigen Abständen kontrolliert und nach Entnahme am Kratzbock gereinigt und im Wasserbad neutralisiert.

Kleinere Teile wie z.B. Schrauben wurden ebenso mit Natronlauge und Komplexon-III behandelt und dann mit Hilfe des Mikromotors und kleiner Eisenbürsten gereinigt.

Im Anschluss an die Reinigung wurden alle Eisenteile vorübergehend eingeölt um eine erneute Korrosion bis zum Aufbringen der neuen Farbfassung zu verhindern.



Reinigung der Messingteile

Die Farbreste wurden analog zu den Eisenteilen entfernt, wobei der Schellack von der Natronlauge kaum angegriffen wurde. Besonders die Gewichte wiesen die beschriebenen Überfassungen auf. Die Korrosion wurde im Komplexon-III-Bad im Wärmeschrank bei 70°C gelöst und entfernt. Es folgte die Reinigung der Teile unter fließendem Wasser mit rotierenden Messingbürsten und anschließender Neutralisation im Wasserbad. Durch das Abnehmen der Korrosionsprodukte, welche den Schellack großflächig unterwandert hatten, wurde der Schellack ebenfalls abgelöst und konnte am Kratzbock abgebürstet werden. Problematisch war die Behandlung der Teilkreise. Bedingt durch ihre Größe und die Menge an benötigtem Komplexon-III. war es durch das Volumen des Bades nicht möglich die chemische Reaktion mittels Wärme zu beschleunigen. Daher mussten die Teile für jeweils 30 bis 40 Stunden im Bad verbleiben. Die anschließende Reinigung erforderte ebenfalls sehr viel Zeit, da sie von Hand mit der Messing- und Wurzelbürste ausgeführt werden musste. Die Abbildung Nr.: 24 zeigt zwei der vier Teilkreise, einen vor und einen nach der Entfernung aller Auflagerungen.



Abb. 24: Teilkreis der Stunde vor und der Deklination nach der Reinigung

Ein weiteres Problem bestand bei den Messingteilen in der im Schadbild schon angesprochenen Entzinkung der Messingteile. Nach Entfernung aller Auflagerungen und den Korrosionsprodukten präsentierte sich die Oberfläche vieler Teile kupferrot (Abb. 25) und nicht messingfarben. Ein Weg den Farbton der Oberfläche zu egalisieren musste gefunden werden. Eine chemische Entfernung des Kupferbelages wäre nur durch das bereits beschriebene Glanz- oder Gelbbrennen zu erreichen, von dem abgesehen wurde, da dieser Prozess kaum steuerbar und die eventuelle Schädigung des gealterten Materials nicht absehbar ist.

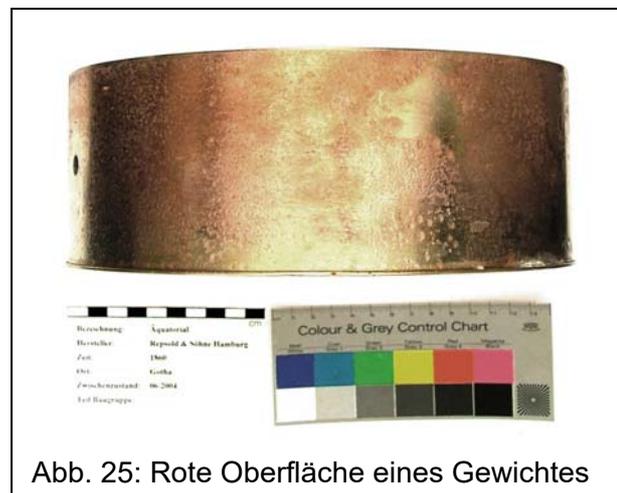


Abb. 25: Rote Oberfläche eines Gewichtes

Die Ursache der starken Rötung war unter dem Mikroskop als feine Auflagerungen von Kupfer zu erkennen. Das heißt, auf der Oberfläche des Messings war das Zink vollständig herausgelöst, und es befanden sich dort nur noch Auflagerungen von feinsten Kupferplättchen (Abb. 26, rechte Seite). Deutlich sind die umliegenden Bereiche zu erkennen, die von Lackresten vor schädigenden atmosphärischen Einflüssen geschützt waren.

Unter dem Mikroskop betrachtet stellte sich die Oberfläche als sehr porig dar, was zu einer relativ hohen Feuchtigkeitsannahme und somit zur Beschleunigung einer weiter fortschreitenden Korrosion führen würde. Kleine Kupferplättchen ließen sich ohne Krafteinwirkung mit einer Präpariernadel abnehmen.



Abb. 26: Oberfläche des Messings, links 10fache, rechts 40fache Vergrößerung

Der Versuch, die feinen Kupferauflagerungen mechanisch mittels Feinstrahlgerät zu entfernen brachte ein gutes Ergebnis. Auf der rechten Seite der Abbildung 26 ist mittig (Pfeilspitze) ein kleiner Bereich gereinigt worden. Die Oberfläche in der Korrosionsnarbe wird geglättet und der rote Kupferbelag abgenommen. Zum Strahlen wurden Glaskugeln (50µm) bei einem Druck von 1,7 bar verwendet. Zum Teil wiesen die Messingteile auch Krusten und Verschmutzungen in den tiefen Narben auf, welche mit dem Strahlgerät ebenfalls gut entfernt werden konnten. Die Anwendung von Komplexon-III war nicht möglich, da die originale Beschichtung im Inneren erhalten werden sollte und Kompressen nicht den gewünschten Erfolg brachten.

Das Airpresivverfahren wurde hier nur partiell in betroffenen Bereichen eingesetzt (Abb. 27). Die Reinigung der wenigen Teile mit Originalfassung (Abb. 21 oben: Mikrometer/ Abb. 17: Uhrwerkübertragung) erfolgte nach der vollständigen Demontage mit Benzin und Mikromotor mit Messing- und Kunststoffbürsten.



Abb. 27: Tiefliegende Korrosion und Auflagerungen

3. Reparatur und Nachbildung fehlender oder beschädigter Teile und Baugruppen

Der Begriff Reparatur bezieht sich in diesem Sinn auf die reine Funktionalität eines Teils oder einer Baugruppe und nicht auf die visuelle Wiederherstellung. Der Übergang zur Nachbildung ist fließend, da in den meisten Fällen ein oder mehrere Teile einer Baugruppe ersetzt werden mussten. Die Trennung wird hier an der Stelle vorgenommen, wenn es sich nach der Dokumentation des Vorzustandes um ein separates Bauteil handelt.

Die Konstruktion eines jeden Teils war sehr kompliziert und aufwendig, da die Originalzeichnungen, wie bereits ausgeführt, keine Maßangaben besitzen. Zwar sind diese maßstäblich gezeichnet, doch muss hier der Größenfehler durch Alterung der Originale und den Vorgang des Kopierens berücksichtigt werden. Hinzu kommt die außerordentliche Komplexität der Zeichnungen selbst. Sie wurden zum Teil vor der Fertigung des Instrumentes gezeichnet und zum Teil danach. Daraus ergibt sich, dass in der Fertigung vorgenommene notwendige konstruktive Änderungen nicht in den Zeichnungen zu finden sind. Sie vermitteln folglich einen guten Überblick zur Konstruktion und tragen zum Gesamtverständnis des funktionellen Aufbaus bei, genaue Schlüsse lassen sich aber nur selten aus ihnen ziehen. In diesem Abschnitt werden zum Zweck der Übersichtlichkeit im Folgenden nur relevante Ausschnitte aus den Originalzeichnungen abgebildet.

Den zweiten wichtigen Anhaltspunkt für die Funktion und Form eines fehlenden Teils lieferten die Teile selbst. Nach der Erarbeitung des funktionellen Zusammenhanges konnten die genauesten Maße an den angrenzenden Teilen selbst abgenommen werden. Zur Sicherheit wurden diese anschließend unter Zuhilfenahme der Zeichnungen überprüft.

Die dritte oft entscheidende Quelle stellte das schon angeführte Altonaer Äquatorial dar, welches trotz seiner Unvollständigkeit in den Dimensionen vieler Teile große Übereinstimmung aufweist. Es lieferte viele wesentliche Erkenntnisse und erleichterte die Arbeit erheblich.

Aus der Summe dieser drei Anhaltspunkte heraus wurden alle Konstruktionen entwickelt und anschließend praktisch umgesetzt. Am Ende dieses Kapitels gibt eine Tabelle der Teile einen guten Einblick über die Vielzahl der zu ersetzenden Teile.

Auf die Problematik der Gewinde soll hier noch hingewiesen werden. Diese unterliegen keiner bekannten Norm und differierten in ihrer Größe wohl selbst firmenintern. Dies ist aus der Kennzeichnung (Körnungen an den Köpfen) und Zuordnung einer jeden Schraube zum entsprechenden Muttergewinde zu schlussfolgern. Insofern musste jedes angefertigte Gewinde nach den Resten des Originals von Hand gestrahlt werden.

Die neu gefertigten Teile wurden jeweils an einer verdeckten Stelle oder auf der Innenseite mit "NB" für Nachbildung gekennzeichnet. Ausgenommen davon sind die zahlreichen neuen Schrauben, deren Größe zum Teil einfach keine Kennzeichnungsfläche bot. Sie sind aufgrund ihrer unbeschädigten Oberflächen deutlich von originalen Schrauben zu

unterscheiden. In der Dokumentation zum Nachzustand wurden sie als Nachbildungen ausgewiesen.

Reparatur beschädigter Teile und Baugruppen

Wie oben dargelegt sind unter Reparatur ersetzte Teile einer funktionellen Einheit zu verstehen. Das soll anhand von aussagekräftigen Beispielen belegt werden, die hier stellvertretend für eine weit größere Anzahl an durchgeführten Reparaturen stehen.

Bsp. Nr. 1: Teil Nr. 26, Mechanismus der manuellen Nachführung

Dieser Mechanismus stellte eine bedeutende Neuerung in der Entwicklung des optischen Instrumentenbaus dar. Der Beobachter war nun in der Lage, die über das Uhrwerk gesteuerte Nachführung des Blickzentrums manuell zu korrigieren, ohne hierzu seinen Beobachterposten verlassen zu müssen. Mit Hilfe dieses parallel zum Rohr verlaufenden Korrektursystems war es möglich, sowohl den eingestellten Winkel des Fernrohrs im Azimut zu korrigieren, als auch zu fixieren (klemmen). Abbildung 28 zeigt die montierten Originalbauteile in der entsprechenden Anordnung am Fernrohr (Teile im Übernahmmezustand).

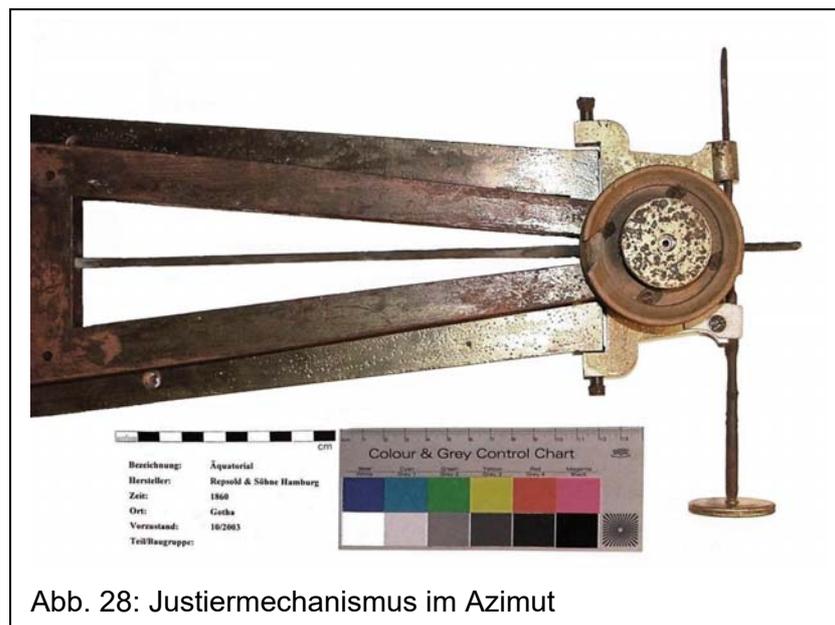


Abb. 28: Justiermechanismus im Azimut

Der Mechanismus ist stark korrodiert, unvollständig und somit unbrauchbar. Die Wiederherstellung bzw. die Rekonstruktion war sehr aufwendig, da sowohl die Funktion nicht leicht zu verstehen war, als auch die Originalzeichnungen nur ungenügenden Aufschluss gaben (siehe Abb. 29). Hinzu kam, dass viele Teile fehlten bzw. später umgebaut wurden. Die Originalteile konnten vollständig wieder verwendet werden. Dies gilt nicht für Teile wie die durch Korrosion unbrauchbar gewordenen Stahlachsen und Teile späterer Reparaturen.

Konstruktion:

Die Umsetzung der Konstruktion unterscheidet sich erheblich von der auf der Zeichnung dargestellten. Weitere Ansichten in anderen Perspektiven fehlen völlig. Anhaltspunkte am Altonaer Äquatorial existierten nicht, da dieser Mechanismus eine der Weiterentwicklungen darstellte. Die Maße wurden errechnet, geprübelt, mit den Zeichnungen abgeglichen und praktisch soweit möglich überprüft.

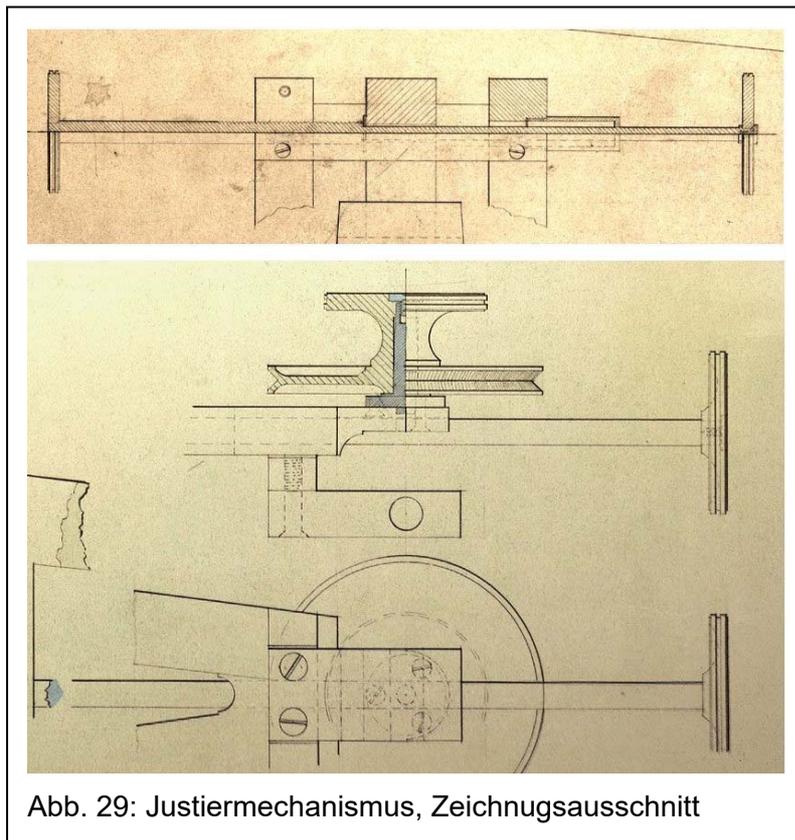


Abb. 29: Justiermechanismus, Zeichnungsausschnitt

Zum Mechanismus der Justierung zählt auch die in einem parallel laufenden Arm bzw. Aufnahme befindliche Klemme der Deklinationsachse. Auf Abbildung 28 ist sie als waagrecht verlaufende Achse in der Mitte der Aufnahmen zu erkennen und in der Konstruktionszeichnung auf Abbildung 29 als waagerechte Achse im unteren Bildteil. Diese musste ebenfalls erneuert werden, da auch sie durch Beanspruchung und Korrosion unbrauchbar geworden war, das Handrad fehlte ganz. Die Abbildung 31 zeigt den vollständig wiederhergestellten Mechanismus. Die Umlenkrolle ist nicht montiert.

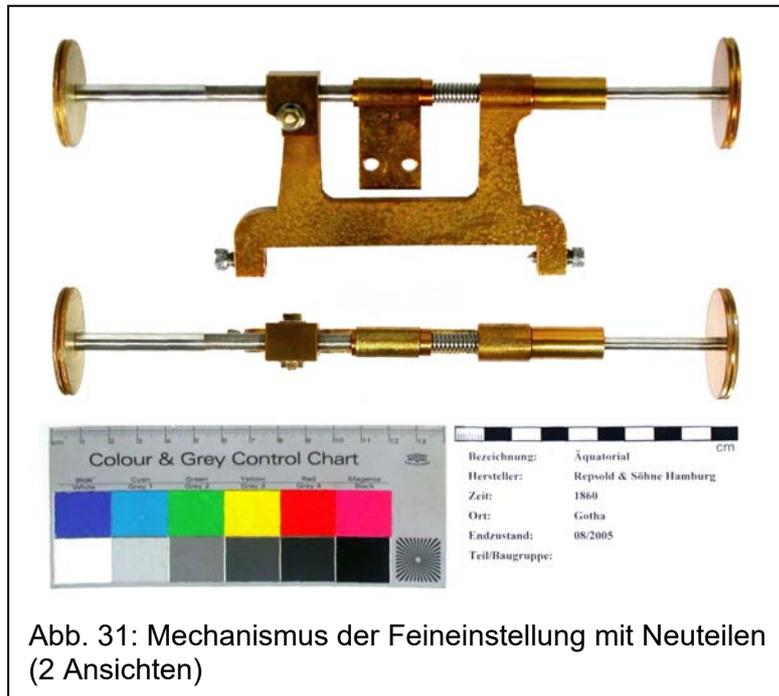
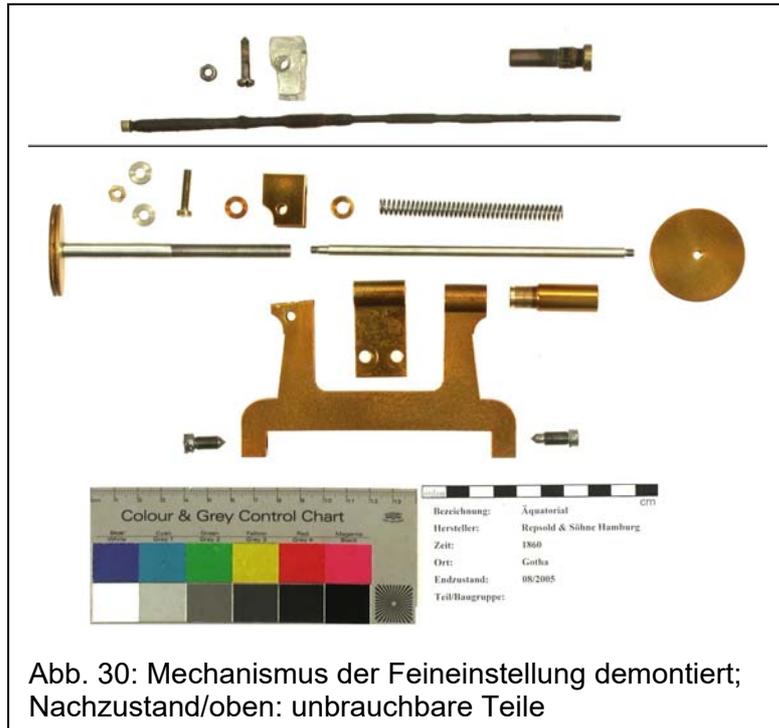




Abb. 32: Wiederhergestellte Justierung mit Klemme; darüber alte Achse

Fertigung:

Die Handräder, die Federaufnahme und die kleinen Anschläge wurden aus Messing (Cu Zn 39 Pb3) gefertigt. Bei dem Material der beiden Achsen handelt es sich um einen gut spanbaren VA-Stahl (X10), der zur Vorbeugung gegen erneute Korrosion ausgewählt wurde. Die Achse der Justierung (auf Abb. 32 senkrecht) ist aus Fertigungsgründen zweigeteilt (vergleiche Abb. 30). Der erhaltene Rändelgriff (im Bild unten) wurde wie auch am Original mit der Achse verpresst, der gegenüberliegende verschraubt, da die Achse demontierbar bleiben muss. Das ausgebrochene und mit einer Aluminiumschelle versehene Gewinde erhielt ein neues aus Messing gefrästes Gegenlager. So war es möglich, das Gewinde an der Bruchstelle zu erhalten und das Gewinde der Achse nach dem Original zu fertigen. Die verwendete Feder wurde in ihren Dimensionen und der Kraft bestimmt und von einer Firma angefertigt. Der Justiermechanismus der Deklinationsachse konnte somit wieder hergestellt werden. Er entspricht optisch dem Originalen und ist mechanisch voll funktionsfähig. Auf Abbildung 33 ist zum Vergleich der Mechanismus zu sehen, wie er sich auf dem Originalfoto darstellt. Die nicht verwendeten Teile der Mikrometerschraube wurden bezeichnet und in PE-Folie eingeschweißt.



Abb. 33: Justierung, historisches Foto

Das ausgebrochene und mit einer Aluminiumschelle versehene Gewinde erhielt ein neues aus Messing gefrästes Gegenlager. So war es möglich, das Gewinde an der Bruchstelle zu erhalten und das Gewinde der Achse nach dem Original zu fertigen. Die verwendete Feder wurde in ihren Dimensionen und der Kraft bestimmt und von einer Firma angefertigt. Der Justiermechanismus der Deklinationsachse konnte somit wieder hergestellt werden. Er entspricht optisch dem Originalen und ist mechanisch voll funktionsfähig. Auf Abbildung 33 ist zum Vergleich der Mechanismus zu sehen, wie er sich auf dem Originalfoto darstellt. Die nicht verwendeten Teile der Mikrometerschraube wurden bezeichnet und in PE-Folie eingeschweißt.

Bsp. Nr. 2: Teil Nr. 18.2: Mikrometeraufnahme

Die Mikrometeraufnahme, d.h. die Vorrichtung zur Befestigung des Positionsfadennikrometers von 1885 stellt einen besonderen Fall in der Reparatur dar. Dies ergibt sich aus dem Umstand heraus, dass diese umgebaut und wieder verwendet worden war.

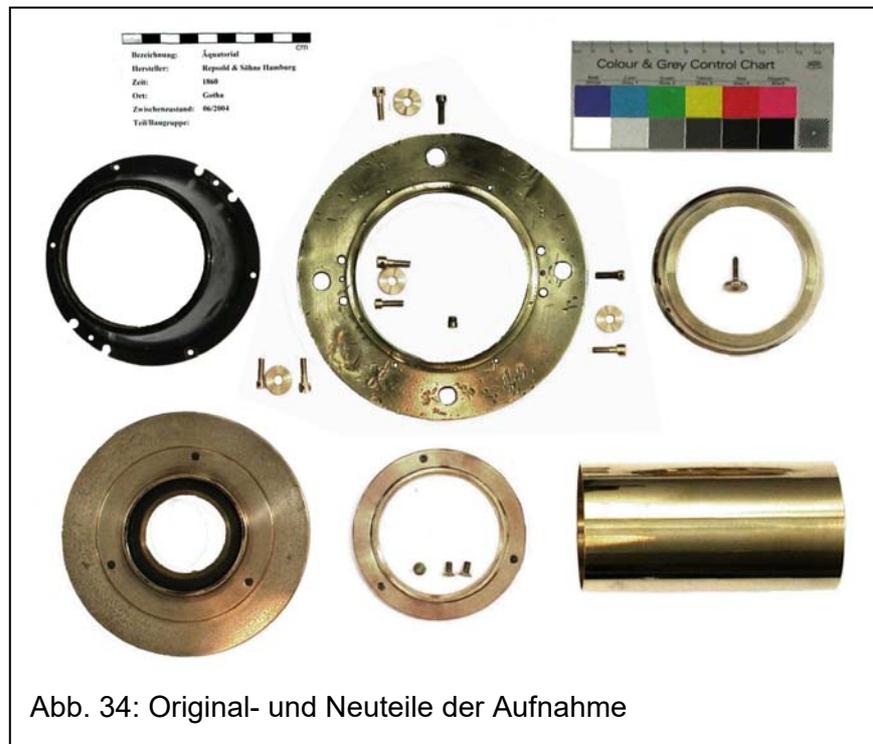


Abb. 34: Original- und Neuteile der Aufnahme

Dies geschah vermutlich bei der Wiederinbetriebnahme des Äquatorials nach Kriegsende im Arnoldgymnasium in Gotha. Die Aufnahme wurde ausgedreht, da vermutlich kein passendes Rohr für die Verlängerung vorhanden war und die restlichen Teile ergänzt. Hier musste entschieden werden, ob das Teilstück als solches erhalten und die Aufnahme im Ganzen neu gefertigt werden sollte. Da sich das Rohr und die Aufnahmeplatte ohne die Zerstörung eines von beiden trennen und die Platte anhand der historischen Fotos (Abb. 1) und Zeichnungen als Originalteil identifizieren ließ, sollte sie in den Urzustand von 1885 zurückversetzt werden. Auf der Abbildung 34 sind sowohl die Originalteile als auch die Neuanfertigungen dargestellt. Die vom Rohr getrennte Platte ist in der oberen Bildmitte dargestellt, links ist der originale Lichtschacht und rechts der angefertigte Einsatz zu erkennen. In der unteren Reihe ist links die originale Grundplatte des Fadenmikrometers abgebildet und rechts davon die zur Aufnahme dessen notwendige Röhre. Diese wurde mit dem Zwischenring neu gefertigt und hartgelötet. Weiterhin mussten die vier Befestigungsschrauben mit Scheiben neu gefertigt werden sowie zwei der seitlichen Justierschrauben, deren Köpfe zu stark beschädigt waren.

Konstruktion:

Ausgangspunkte für die Neuanfertigung der notwendigen Teile waren die Kopie der Originalzeichnung zum 1885 durch die Firma Repsold erneuerten Positionsfadenmikrometer (Abb.35), die veränderte Aufnahme mit dem Lichtschacht (Abb. 34 oben Mitte und rechts) und die Grundplatte des Mikrometers (Abb. 34 unten links).

Die benötigten Teile mussten aus der Zeichnung herauskonstruiert und anschließend genau bemaßt werden, was in Anbetracht der Komplexität der Zeichnung und der Anzahl fehlender Teile sehr schwierig war.

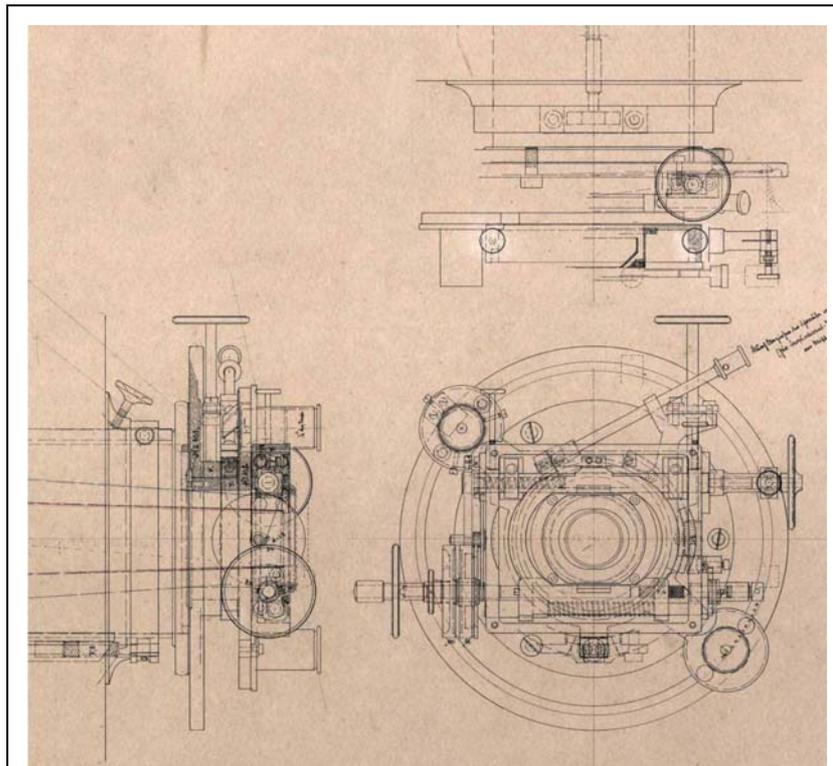
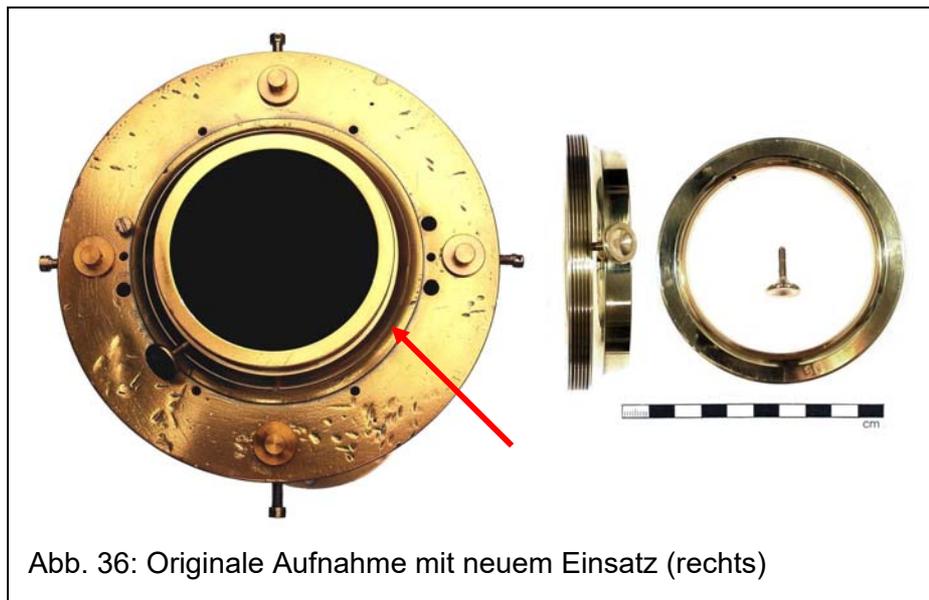


Abb. 35: Verbindung von Mikrometer und Rohr;
Zeichnungsausschnitt

Fertigung:

Alle für die Aufnahme benötigten Bauteile wurden aus Messing (Cu Zn 39 Pb3) gefertigt. Sie stellen einschließlich der Schrauben Drehteile dar. Besonders hohe Anforderungen wurden an die Genauigkeit gestellt, da es sich bei allen Berührungsstellen der Aufnahme um Passungen handelt. Die Oberflächen dieser Teile wurden poliert, um ein gutes Gleiten zu ermöglichen.



Die veränderte Originalaufnahme wurde in der Drehmaschine zentrisch ausgerichtet und ein Gewinde in den beschädigten inneren Durchmesser gestrahlt. Anschließend wurde ein Passstück angefertigt, welches ebenfalls ein Gewinde erhielt und in die Aufnahme geschraubt wurde. Auf diese Weise erhielt sie ihre ursprüngliche Dimension zurück. Auf Abbildung 36 ist der nach Originalmaßen gefertigte Einsatz separat dargestellt sowie in der Aufnahme eingeschraubt. Der Übergang zwischen Original und Nachbildung ist als Linie gut zu erkennen (Pfeil). Der Einsatz wurde wie alle Neuteile mit "NB" auf der Unterseite gekennzeichnet.

Auf Abbildung 37 ist die nachgefertigte Röhre mit dem aufgelöteten Ring dargestellt, welche das Mikrometer trägt (ist mit diesem verschraubt) und die durch verschieben in der Aufnahme die Veränderung der Brennweite des Fernrohrs ermöglicht.

Die Schrauben wurden gedreht und die Gewinde nach den vorhandenen Originalen gestrahlt (Abb. 36).



Abb. 37: Nachgefertigte Röhre mit aufgeschraubtem Mikrometer

Abbildung 38 zeigt eine historische Fotografie sowie die wiederhergestellte und voll funktionstüchtige Mechanik der Optik auf der Okularseite des Fernrohrs im Vergleich (siehe auch Abb. 33). Mit der Instandsetzung dieser Baugruppe war die wesentlichste Voraussetzung für die optische Funktionstüchtigkeit des Äquatorials geschaffen.

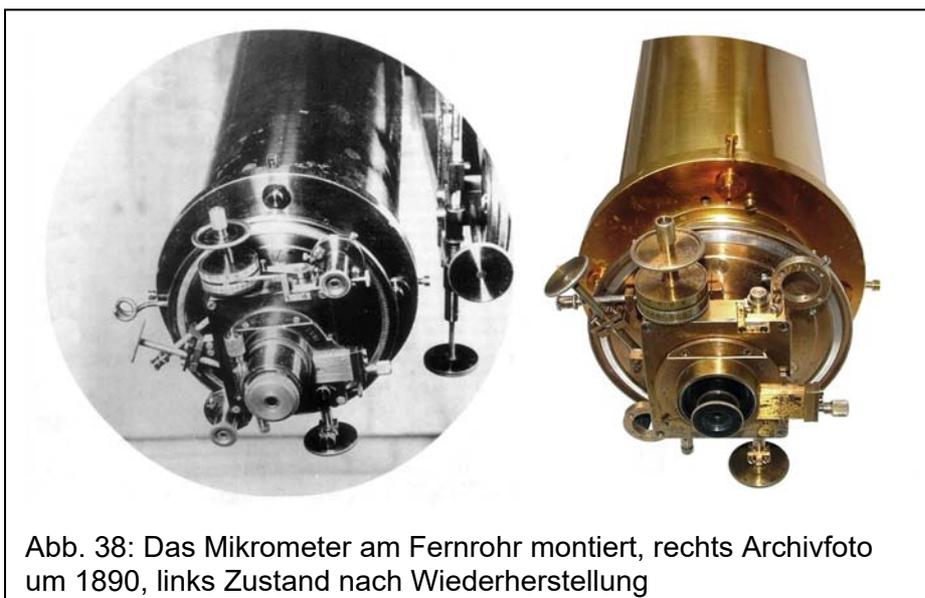


Abb. 38: Das Mikrometer am Fernrohr montiert, rechts Archivfoto um 1890, links Zustand nach Wiederherstellung

Eine Prüfung des Objektivs mit einem Kollimator 300/3000 ergab, dass beide Linsen keine gute Homogenität aufweisen und es so zu einer nicht unerheblich Aufhellung der Umgebung

durch Streulicht kommt. Das Sternbild ist im Wesentlichen rund und das zentrale Beugungsscheibchen zu erkennen. Beide Linsen unterscheiden sich in der Farbe des Glases, was zu dem Schluss führte, dass sie nicht selben Ursprungs sind. Bei einem Luftabstand von 0,3mm berühren sich beide Linsen im Zentrum. Dies lässt die Vermutung zu, dass es sich bei der Zerstreulinse um eine historische Linse handelt, möglicherweise sogar aus dem ersten Objektiv von Steinheil. Die Sammellinse hingegen ist deutlich heller und wohl späteren Ursprungs. Die Originale könnte beschädigt worden und deshalb ausgetauscht worden sein. Anschließend wurde neu justierte Objektiv am Äquatorial getestet. Dabei stellte sich heraus, dass sich der Brennpunkt deutlich verschoben hatte und ein klares Abbild erst ca. 40mm hinter der ursprünglichen Abbildungsebene lag. Somit ist nun zweifelsfrei der Umbau der Aufnahme für das Mikrometer zu erklären, die genau diese Verlängerung aufwies. Eine Wiederinbetriebnahme der Optik und somit des Instruments zu Beobachtungszwecken bzw. der Demonstration ist durchaus möglich. Hierzu müsste zunächst nur die Sammellinse ersetzt werden.

Bsp. Nr. 4: Teil Nr. 7: Druckschraube



Als letztes Beispiel für die Vielzahl an notwendigen Neuanfertigungen soll noch einmal auf die spezielle Problematik der Gewindefertigung eingegangen werden.

Nach einer umfangreichen Recherche konnte die sichere Aussage getroffen werden, dass es sich bei den am Äquatorial verwendeten Gewinden um keine heute oder früher gebräuchliche Norm handelt. Die Gewinde wurden je nach Verwendungszweck und Größe des zu befestigenden Teils individuell angefertigt. Im Speziellen wurden sogar gleiche Schrauben einer funktionellen Einheit den einzelnen Muttergewinden durch Körnungen am Schraubenkopf zugewiesen. Der Versuch eine Systematik unter den verschiedenen Schraubengrößen aufzustellen wurde noch dadurch erschwert, dass zu den normalen Sicherungsgewinden noch Fein- und Transportgewinde (Kordel- und Trapezgewinde) hinzukamen. Das heute allgemein verbreitete S.I.-Gewinde und das Whitworth-Gewinde

waren noch nicht bekannt. Der Vergleich mit historischen heute nicht mehr gebräuchlichen Normen wie dem Löwenherzgewinde, dem Metrischen Gewinde des Vereins deutscher Ingenieure, dem Sellers-Gewinde, dem Hamann-Patronengewinde, Ducommun-Steinle-Gewinde und Bodmerschen Gewinde, welche alle speziell für mechanische und optische Instrumente verwendet wurden, ergab keine deutliche Übereinstimmung.

So musste jedes für das Äquatorial benötigte Gewinde mit einem angefertigten Einzahn (spezieller Drehmeißel zur Gewindeherstellung mit nur einer Spitze) auf der Drehmaschine von Hand gestrahlt werden. Ein exakt passendes Feingewinde wie das der dargestellten Druckschraube (Abb. 38) anzufertigen war daher sehr aufwendig. Einzige Anhaltspunkte waren hier die zweite vorhandene Originalschraube und zur Kontrolle das Muttergewinde im Gegenstück. Gefertigt wurde sie aus C 35, einem gut zu bearbeitenden Stahl.

Da ein beachtlicher Teil der Schrauben nicht mehr vorhanden oder unbrauchbar war, nahm die Neuanfertigung aller zur Rekonstruktion Benötigten einen bedeutenden Stellenwert unter den neu angefertigten Teilen ein.

Bei kleineren Gewindedurchmessern bestand zum Teil zufällige Deckungsgleichheit mit heute gebräuchlichen Normen, jedoch mussten dann die Köpfe der Schrauben umgearbeitet werden. Darauf wird im Folgenden noch einmal eingegangen.

Die Nachfertigung aller fehlenden und unbrauchbaren Schrauben musste als unbedingte Voraussetzung für das Erreichen des angestrebten Zustandes der mechanischen Funktionstüchtigkeit des Äquatorials betrachtet werden. Ohne sie wären alle Teile des Instrumentes nur funktionslose Einzelstücke.

Nachbildung fehlender und extrem geschädigter Teile und Baugruppen

Bsp. Nr. 2: Gewicht am Kubus Nr. 56.1a-e

Der als Kubus bezeichnete Teil des Fernrohrs bildet das Drehkreuz und befindet sich zwischen den beiden Röhren die die Optik tragen. An der von der Deklinationsbüchse abgewandten Seite befand sich ein Gewicht, welches bei der späteren Elektrifizierung, verbunden mit der Erneuerung der Beleuchtung und der Optik, verändert wurde. Sowohl das Gewicht als auch der spätere Umbau sind nicht erhalten geblieben. Die mechanische



Abb. 40: Offene Seite am Kubus

Notwendigkeit dieses Gewichtes konnte nicht sicher belegt werden, da es bei dem Umbau wohl in der Art nicht wieder verwendet wurde. Der Verschluss, welcher Art auch immer, war zurzeit in der Arnoldschule (nach Kriegsende) schon nicht mehr am Gerät, wie historische Fotos belegen. Die Originalzeichnung gibt nur ungenügenden Aufschluss über die Art und Weise des Umbaus. Da die Öffnung zum Schutz der inneren Mechanik geschlossen werden musste, wurde in Absprache mit dem Auftraggeber die erste Variante (1860) nachgefertigt.

Konstruktion:

Im Zeichnungsausschnitt (Abb. 41) ist sowohl die erste Ausführung (schwarz gezeichnet) als auch der Umbau (rot gezeichnet) zu erkennen. Der Aufbau sowie auch die Funktion der Veränderung sind aus den wenigen Linien nicht nachvollziehbar. Die zur Rekonstruktion notwendigen Maße des Erstzustandes hingegen sind auffindbar. Auf der rechten Bildseite ist

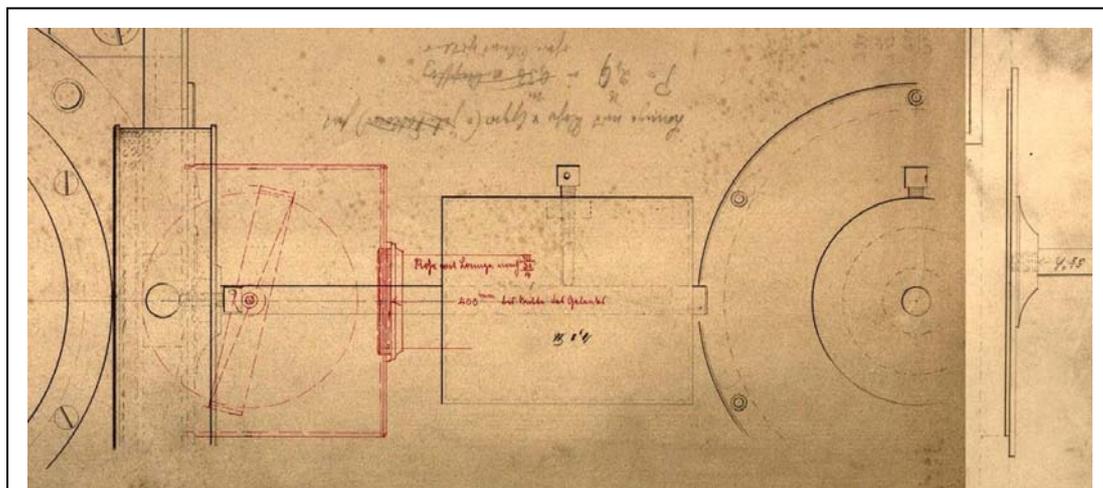


Abb. 41: Gewicht am Kubus mit Aufnahme (Zeichnungsausschnitt)

die Verschlussplatte mit der Achse dargestellt, deren Länge angegeben ist. In der Bildmitte können alle zur Anfertigung des Gewichtes notwendigen Maße entnommen werden. Das Gewicht ist mit 4,8 Pfund angegeben. Die exakten Maße der Platte konnten mit Hilfe des Gegenstückes, dem Kubus ermittelt werden. Die Masse des Gewichtes wurde berechnet und es stellte sich heraus, dass ein Messingvollkörper das mit 4,8 Pfund, also 2,4 kg angegebene Gewicht nahezu aufweisen würde. Zudem kann die wirkende Kraft durch Verschieben auf der Achse noch reguliert werden. Dies vereinfachte die Nachbildung dieser Baugruppe erheblich, da kein Hohlzylinder angefertigt und anschließend mit Blei ausgegossen werden musste.

Fertigung:

Nach Ankauf geeigneten Materials, (Abb. 42) konnte mit der Fertigung begonnen werden.

Es handelte sich hierbei ausschließlich um Drehteile, die auf der Drehmaschine hergestellt wurden. Das Gewicht stellte keine Herausforderung dar, die Fertigung der Verschlussplatte



Abb. 42: Material für Gewicht Nr. 56.1a-e

hingegen erwies sich aufgrund der geringen Wandstärke als sehr aufwendig, da für die Bearbeitung einer jeden Seite zunächst eine spezielle Aufnahme mit Gegenlager gedreht werden musste. Die Edelstahllachse wurde mit einem Gewinde M10 versehen und auf die in der Zeichnung angegebene Länge gekürzt. Eine Messingschraube zur Klemmung des Gewichtes auf der Achse wurde gefertigt und im Gewicht eingepasst. Die Positionen der Bohrungen zur Befestigung der Platte am Kubus wurden von diesem übertragen und gebohrt. Die Verbindung erfolgte mittels 5 Schrauben, welche ebenfalls angefertigt werden mussten. In die Muttergewinde am Kubus passten Schrauben der Größe M 3,5, wobei davon ausgegangen werden kann, dass es sich hierbei um eine zufällige Übereinstimmung handelt. Zur Kontrolle wurde die gesamte, nach Originalzeichnung gefertigte Baugruppe am Kubus angeschraubt (Abb. 43).

Wie bereits eingehend dargelegt, war es schon aus Gründen des Schutzes notwendig, die Öffnung am Kubus zu verschließen. Der Umbau von 1885 diente sehr wahrscheinlich der geänderten Lichtführung im Inneren des Fernrohrs zur Beleuchtung der Skalen. Mit der Wiederherstellung der ersten Variante von 1860 wurde sowohl der Schutz gewährleistet als auch ein Originalzustand wieder hergestellt. Die Baugruppe ist zudem komplett abnehmbar, Veränderungen am Kubus wurden nicht vorgenommen. Die Neuteile wurden mit "NB" gekennzeichnet.

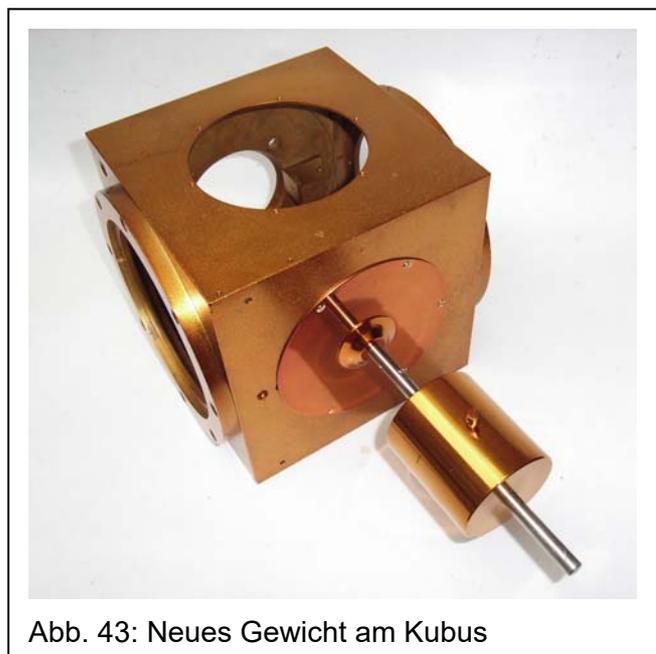


Abb. 43: Neues Gewicht am Kubus

Bsp. Nr. 3: Teil Nr. 39, Gewichtsgehäuse für Gewicht Nr. 39a

Die Wiederherstellung des Gewichtsgehäuses stellt genau genommen eine Reparatur dar. Sie wird in diesem Kapitel abgehandelt, da der überwiegende Teil dieser Baugruppe nicht



Abb. 44: Gehäuse mit Handhabe; links Grundplatte mit Gewicht

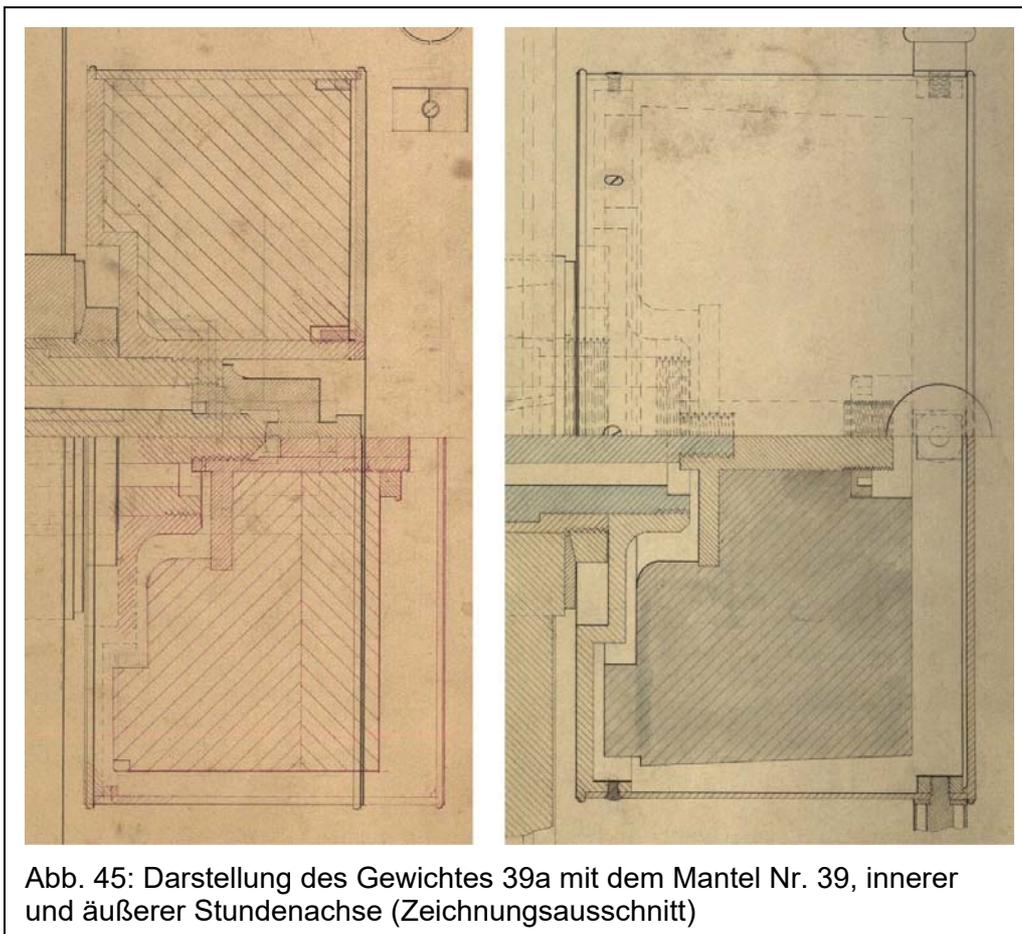
mehr vorhanden war. Wie die auf der Abbildung 44 rechts gut zu erkennende grünliche Überfassung (Schicht d) auf dem Gewicht zeigt, ist der Mantel vermutlich schon früh abhanden gekommen. Die vorhandene Grundplatte ist zur Sicherung der Teilkreise auf der Achse notwendig (links im Bild). Dieser Zustand hätte belassen werden können, auch wenn dieser die optische Wirkung des Instrumentes beeinträchtigt. Die Verkleidung erfüllt aber eine komplexe mechanische Funktion. Sie trägt die Handhaben (Holzgriffe), über welche die gesamte Deklinationsbüchse mit dem Fernrohr gedreht wird und entkoppelt diese Bewegung von dem auf der inneren Achse aufgeschraubten Gewicht selbst. Um diese Funktion gewährleisten zu können, musste das Gehäuse wieder hergestellt werden.

Konstruktion:

Diese Baugruppe besteht aus dem Mantel, der unteren Deckplatte und den vier Griffen mit Gewindeeinsätzen und Sicherungsringen.

Der Durchmesser des Mantels konnte praktisch an der vorhandenen Grundplatte ermittelt werden, seine Breite jedoch nicht. Zwar konnte die Höhe des vorhandenen Gewichtes gemessen werden, jedoch waren der benötigte Freiraum und die Art der Befestigung für die Handhaben nicht bekannt.

Das Gewicht mit seinem Gehäuse ist auf zwei der Originalzeichnungen dargestellt. Auf der linken Bildseite von Abbildung 45 ist im oberen Teil das Gewicht mit dem Mantel schwarz gezeichnet und im unteren rot. Die roten Überzeichnungen können auf allen Zeichnungen als Korrekturen angesehen werden. Dies geht auch aus den Beschriftungen an den Rändern hervor. Auf der rechten Bildseite ist das Gewicht noch einmal dargestellt, hier ohne Korrektur. Die Prüfung ergab, dass alle drei Darstellungen in ihren Dimensionen nicht mit den vorhandenen zwei Bauteilen (Grundplatte und Gewicht) übereinstimmten. So wurden sie nur als Orientierung bei der Konstruktion verwendet. Die Maße wurden nun doch durch praktische Versuche ermittelt.



Fertigung:

Der Mantel wurde aus Messingblech mit der Bezeichnung Cu Zn37 gefertigt, welches gute Eigenschaften zur Kaltumformung besitzt. Der Blechstreifen wurde exakt zugeschnitten, auf einer Walzmaschine rundgezogen und anschließend verlötet (Abb. 46).

Der Deckel stellte in der Fertigung eine große Herausforderung dar. Durch seine geringe Wandungsstärke von nur 1,5mm wurde zum Drehen ein spezielles Widerlager benötigt, welches ebenfalls angefertigt werden musste. Die beim Drehvorgang auftretenden Spannungen im Material wurden durch wiederholtes Ausglühen beseitigt. Die Mittelbohrung, welche zur Aufnahme in der Drehbank eingebracht werden musste, wurde mittels eines

weiteren Drehteils verschlossen. Der Blechrand zur Aufnahme und Befestigung im Mantelblech wurde aus einem doppelten rundgezogenen und verlöteten Messingstreifen gefertigt. Dieser wurde wiederum auf der Innenseite des Deckels aufgelötet. Anschließend wurden die 4 Bohrungen für die Handhaben übertragen und gefertigt.



Der 4mm starke Messingstreifen erhielt Muttergewinde. So konnte der Deckel im Mantelblech fixiert und die Handhaben als letzter Montageschritt angebracht werden. An dieser Stelle sei deshalb noch einmal darauf hingewiesen, wie schwierig einerseits schon der Ankauf von geeignetem Material war und zum anderen die zum Teil sehr aufwendigen technischen Voraussetzungen zur Umsetzung einer fertigen Konstruktion.

Für diese Baugruppe werden weiterhin die als Handhaben bezeichneten Holzgriffe benötigt. Diese wurden wie auch die Handhaben der Deklination aus Esche gedrechselt. Die Maße wurden hier den Zeichnungen entnommen. Die Griffe auf der linken Bildseite (Abb. 47) sind die für diese Baugruppe benötigten Handhaben, die auf der rechten Seite, die der Deklinationssachse.

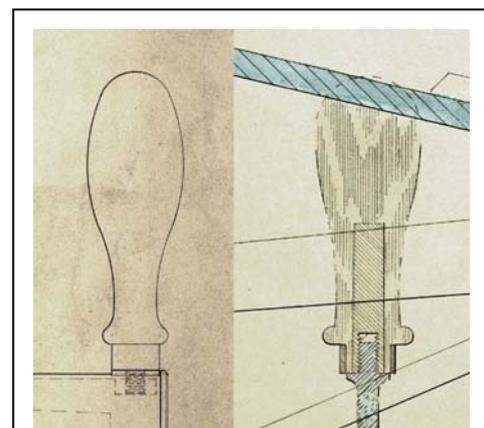


Abb. 47: Holzgriffe der Handhaben (Zeichnungsausschnitt)

Diese unterscheiden sich in ihrer Form voneinander, damit der astronomische Beobachter in der Dunkelheit die Bewegungsachsen leicht zu unterscheiden vermochte. Zur Befestigung an den jeweiligen Baugruppen und zur Gewährleistung der Kraftübertragung besitzen die Griffe Einsätze aus Messing mit Muttergewinden bzw. Gewindebolzen, wie beim Gehäuse der Stunde. Die Griffe wurden farbig gebeizt und mit Holzwachs flüssig behandelt, was der originalen Behandlung nahe kommen dürfte (Abb. 48). Zur Darstellung der funktionellen Gesamtheit sei hier noch der Endzustand des bereits lackierten und montierten Gewichtes am Äquatorial wiedergegeben (Abb. 49).



Die hier angeführten Beispiele stehen exemplarisch für eine weit größere Anzahl von Einzelteilen und Baugruppen, sowie den vielen Schrauben, die zu einem Zusammenfügen dieses einzigartigen Instrumentes konstruiert und angefertigt werden mussten. Die Tabelle mit der Gesamtanzahl der Teile sowie den Neuanfertigungen spiegelt dies deutlich wieder.

Baugruppe	Gewicht	Teileanzahl gesamt/ davon Schrauben	Neuteile/davon Schrauben
BG 1 Stativ	ca. 220 kg	16/8	3
BG 2 Stundenbüchse	ca. 170 kg	ca. 235/130	55/35
BG 3 Deklinationsbüchse	ca. 115 kg	ca. 270/220	80/50
BG 4 Fernrohr/Optik	ca. 50 kg	ca. 130/90	60 38
Mikrometer	ca. 1,2 kg	131/78	--
Summe	ca. 555 kg	ca. 780/525	ca. 200/123

In der Tabelle sind die errechneten Einzelgewichte der Baugruppen sowie das Gesamtgewicht angegeben. In der zweiten Spalte finden sich die Teilanzahl jeder Baugruppe, sowie die Anzahl der Schrauben inklusive. Spalte drei gibt Auskunft über die davon neu gefertigten Teile sowie der benötigten Schrauben inklusive.

Rekonstruktion des Stativs

Die Wiederherstellung des Stativs stellte einen Sonderfall dar. Zum einen musste nach erfolgter Konstruktion diese Arbeit in fremde Hände gegeben und zum anderen musste dafür ein Finanzierungsplan aufgestellt werden.

Das vorhandene Oberteil mit dem Aufsatz sollte und musste wieder verwendet werden. Das Unterteil blieb trotz umfangreicher Nachforschungen verschollen. Vermutlich wurde es bei der zur Versetzung des Äquatorials in die Arnoldschule vorgenommenen notwendigen Änderung verschrottet. Die Neuanfertigung des Stativunterteils mit dem Dreifuß war von übergeordneter Bedeutung, da ohne dieses die mechanische als auch die visuelle Wiederherstellung des Gothaer Äquatorials nicht im angestrebten Rahmen möglich gewesen wäre. Das Stativ ist sowohl das tragende Bauteil des Instruments als auch wesentlicher visueller Bestandteil.

Konstruktion:

Den wichtigsten Anhaltspunkt lieferte das vorhandene Oberteil selbst. Von diesem ausgehend waren viele Schlüsse möglich. Eine Zeichnung zum Stativ des Gothaer Äquatorials war im Staatsarchiv in Hamburg nicht vorhanden, aber auch im Zeichnungsindex nach Repsold gab es im Satz der vorhandenen Zeichnungen keine fehlende Nummer. Daraus konnte bereits der Schluss gezogen werden, dass die Dimensionen mit dem 1858 gebauten Vorgänger, dem Altonaer Äquatorial, identisch waren. Nach dessen Entdeckung im Optischen Museum in Jena, konnten nun die Maße der Zeichnung und des originalen Oberteils mit diesem verglichen werden. Das Ergebnis bestätigte eindeutig, dass die Stative

in ihren Dimensionen völlig identisch waren. Vermutlich wurde ein Gussmodell für beide Güsse verwendet. So konnte das benötigte Unterteil mit dem Dreifuß genau dargestellt werden.

Fertigung:

Zur Beantragung von Fördermitteln wurden Kostenvoranschläge bei Gießereien eingeholt, die technisch in der Lage waren, sowohl das Modell nach Zeichnung zu fertigen, den Guss auszuführen, als auch Originaloberteil und neu gefertigtes Unterteil miteinander zu verbinden. Den Auftrag erhielt die Metallgießerei Pößneck.

Die Nichtbewilligung der Fördermittelmachte ein neues Finanzierungskonzept erforderlich. Ein Teil der notwendigen Gelder wurde aus Privatspenden abgedeckt. Weitere Teile wurden von der FH Erfurt. und dem Verein für Altstadterhaltung Gotha e.V. getragen. Das originale Oberteil wurde der Gießerei übergeben und am 24. Juli 2005 wurde das neu gegossene Unterteil mit dem Dreifuß geliefert. Wie vereinbart waren beide Einzelteile bereits angepasst und formschlüssig miteinander verbunden. Die Abbildung 50 zeigt das gegossene Stativunterteil. im Lieferzustand.

Die Zunderschicht vom Guss war bereits durch Strahlen mit Edelstahlkugeln entfernt und die Gussnaht verschliffen worden. Dieser Arbeitsgang wurde vermutlich mit einem Trennschleifer mit Schruppscheibe unsachgemäß ausgeführt, was dazu führte, dass die Naht unter Niveau verschliffen wurde (Abb. 51). Aus diesem Grund war es notwendig, diese vor dem Lackieren zu spachteln.

Die Verbindung zwischen dem Ober- und Unterteil musste form- und kraftschlüssig sein, um das enorme Gewicht des Aufbaus tragen zu können. Beide Teile sollten nicht starr miteinander verbunden werden und die Verbindung lösbar sein. Um diese Anforderungen zu erfüllen, war es notwendig, das bereits bei der Versetzung des Äquatorials in die



Abb. 50: Angefertigtes Stativunterteil mit Dreifuß

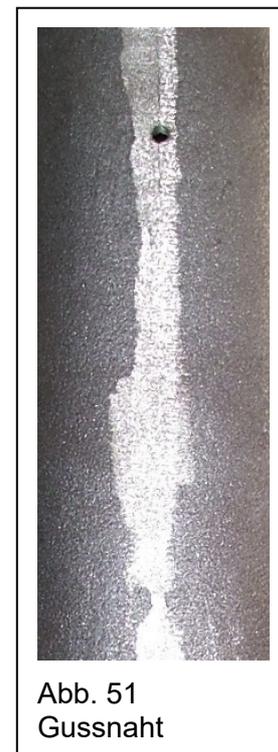


Abb. 51
Gussnaht

Arnoldische abgedrehte Segment noch ca. 15mm weiter abzdrehen. Anderenfalls hätte das Segment zur Aufnahme im Unterteil aufgrund zu geringer Wandstärke nicht in ausreichendem Maß die Stabilität gewährleistet.



Abb. 52: Abgedrehtes Originalteil; Aufnahme im Neuguß (rechts)

Der Formschluss zwischen beiden Teilen beruht auf der Passgenauigkeit. Der Kraftschluss wurde mittels dreier Madenschrauben M 10 (Material: VA) hergestellt Die Bohrungen sind auf den Abbildungen 51 und 52 deutlich zu erkennen. Ebenso ist die Wandstärke des Neugusses zu ersehen, die sich nach den Angaben der Zeichnung und dem Vergleich mit dem Altonaer Äquatorial richtet. Das Stativ weist ein Gesamtgewicht von ca. 210 kg auf. Das ist notwendig, um die ausladenden Lasten des Aufbaus sicher zu tragen. Eine Verankerung im Boden besaß das Instrument nicht.

Die vom Strahlen sehr raue Oberfläche des Neugusses (Abb. 50/51) mußte vor dem Beginn der Lackierung überarbeitet werden. Anderenfalls wäre es notwendig gewesen, sie mehrmals mit einem Füller zu beschichten und zu schleifen. Da dies im Widerspruch zum geplanten Farbaufbau, bzw. der Grundierung mit einer Bleimennige stand, wurde sie mit einer elektrisch betriebenen Fächerscheibe geglättet. Die



Abb. 53: Stativteile verbunden

Abbildung 53 zeigt das zusammengesetzte Stativ vor der Farbbeschichtung.

4. Probemontage

Nach Abschluss der Recherchen wurde aufgrund der angefertigten Dokumentation zu allen vorhandenen Teilen die Aussage getroffen, dass eine Wiederherstellung des Gothaer Äquatorials möglich sein würde. Bei den zur Rekonstruktion notwendigen Montagen wurden jeweils nur die entsprechenden Teile miteinander verbunden. Auch mussten beschädigte und fehlende Teile und Baugruppen, die für die Montage des gesamten Instrumentes benötigt wurden, erst instand gesetzt bzw. angefertigt werden.

Im April 2004 waren die wichtigsten Voraussetzungen für einen Montageversuch erfüllt und die theoretische Aussage sollte praktisch untermauert werden.

Das bereits erwähnte provisorische Stativ wurde in der Mitte des Raumes auf dem Boden verschraubt und mit trockenem Quarzsand aufgefüllt. Das originale Stativoberteil wurde eingesetzt, senkrecht ausgerichtet und über vier Druckschrauben (im Aufnahmerohr) fixiert.

Wie die beiden Abbildungen 54 und 55 belegen konnte die Aussage vom April 2004 bestätigt werden.

Des Weiteren konnte die Funktionstüchtigkeit jedes Bauteils überprüft, Maße für noch nicht konstruierte Elemente genommen und weitere fehlende Teile ermittelt werden.

Für die Zeit nach der abgeschlossenen Restaurierung und Konservierung des Fernrohrs wurde ein Montageplan erstellt. Dies dient zum einen der angestrebten Wiederaufstellung im Turm der ehemaligen Sternwarte in der Jägerstraße, so sie vom Verfasser nicht ausgeführt werden kann, als auch einer eventuell notwendigen Demontage. Der Montageplan soll den erstellten Wartungsplan ergänzen und den Umgang mit dem Instrument erleichtern. Zusammen mit dem auf das Fernrohr ausgerichteten Werkzeug stellt der Montageplan die grundlegende Voraussetzung für eine optimale Erhaltung auf lange Zeit dar.

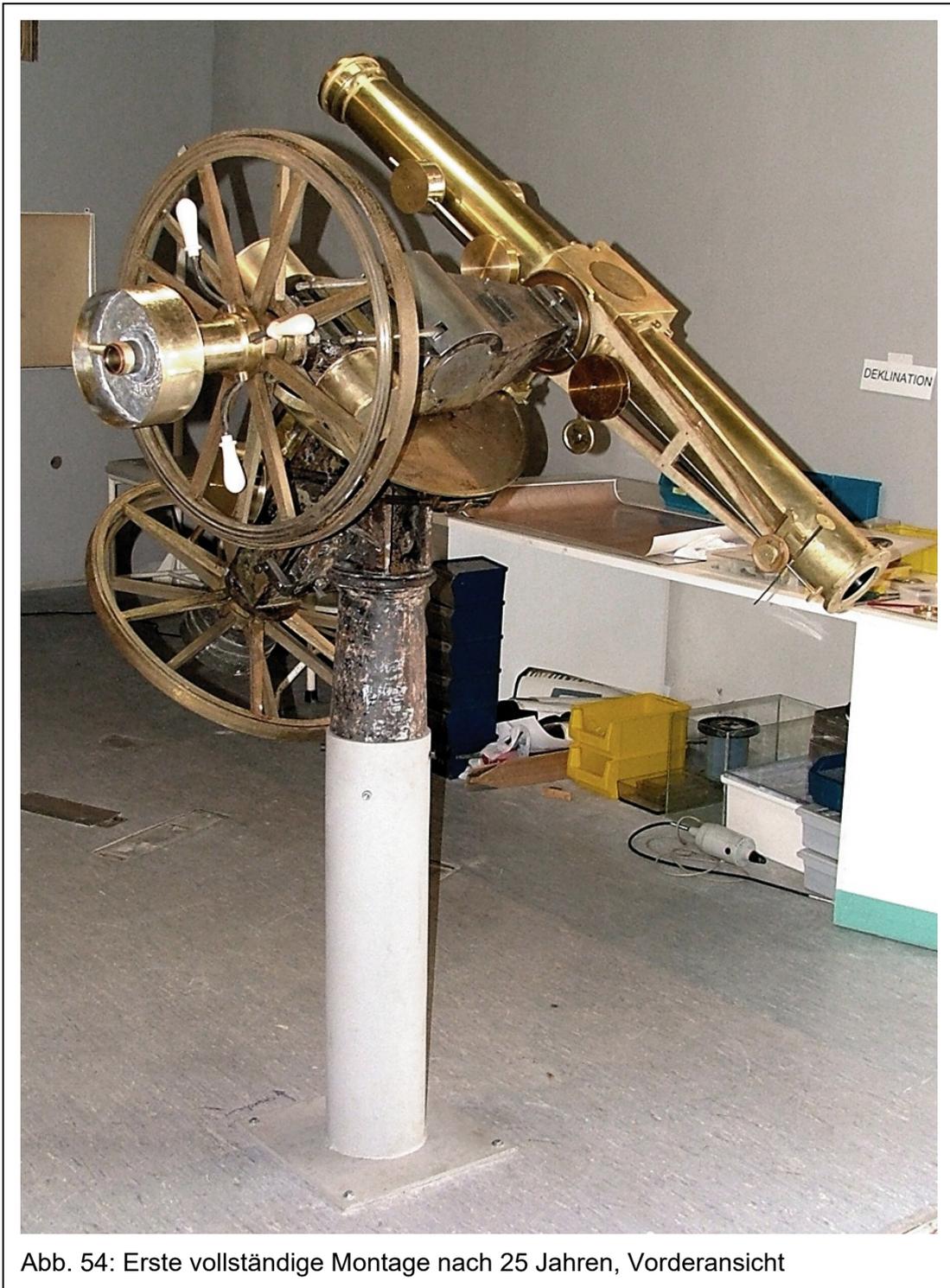


Abb. 54: Erste vollständige Montage nach 25 Jahren, Vorderansicht

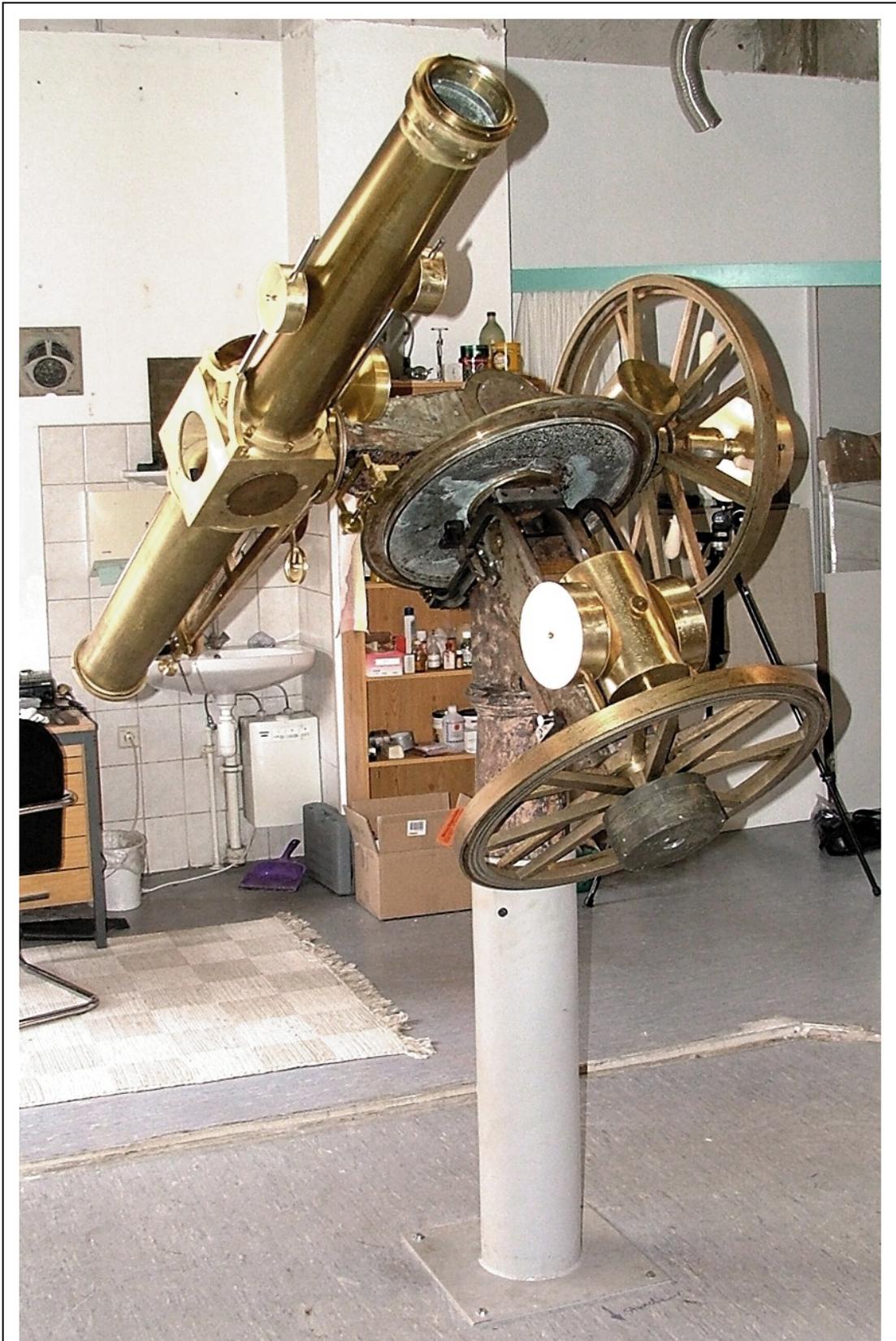


Abb. 55: Erste vollständige Montage nach 25 Jahren, Rückansicht

5. Neue Oberflächenbeschichtung

Wie im Schadbild ausgeführt, war eine Erhaltung der verbliebenen Beschichtung nicht möglich. Nach ausführlicher Dokumentation des Farbaufbaus wurde dieser entfernt und die Oberflächen der neu zu beschichtenden Teile für die Lackierung vorbereitet.

Wie im Konzept vorgestellt, sollen die Eisenteile mit Bleimennige grundiert und mit einem schwarz pigmentierten Decklack, beide auf Alkydharzbasis, neu gefasst werden. Für die Messingteile ist ein gefärbter Klarlack auf CN-Basis vorgesehen.

Vorbereitungen zur Lackierung/Farbaufbau

Vorbereitung der Eisenteile:

Im Anschluss an die Reinigung der Oberfläche waren die Eisenteile zunächst eingölt worden, um eine erneute Korrosion auf der nicht geschützten Oberfläche zu verhindern. Dieser Ölfilm musste wieder entfernt werden um die Haftfähigkeit der neuen Beschichtung nicht zu schwächen. Teile, die eine intakte Fassung an Unter- und Innenseiten aufwiesen wurden mit Kreide sorgfältig entfettet und mit Druckluft vom Kreidestaub befreit, Teile ohne Fassung wurden mit Benzin entfettet.

Vorbereitung der Messingteile:

Die partiell mit dem Feinstrahlgerät durchgeführte Reinigung der Messingteile zur Entfernung der Korrosion der teilweise tief geschädigten Oberflächen sowie des oberflächlichen Kupferbelags, hatte eine matte Oberfläche zur Folge. Versuche mit der Poliermaschine ergaben gute Resultate. So wurden weder die Korrosionsnarben noch die Spuren der Zeit beseitigt, lediglich die Oberfläche erhielt ihren Messingglanz zurück. Das Polieren der großen Teile wurde von einer professionellen Poliererei ausgeführt, welche über die entsprechende Technik und Erfahrung verfügt. Die Arbeiten wurden vom Verfasser unterstützt, um die optimale Verfahrensweise für jedes einzelne Teil sicherzustellen.

Da sich auch bei den Messingteilen die Lackierung nicht unmittelbar anschließen ließ, wurde der Fettfilm von der Polierpaste belassen und jedes Teil zusätzlich in PE-Tüten verpackt. In diesem Zustand wurden die Teile bis zum Zeitpunkt der Lackierung gelagert. Ein erneutes Anlaufen der Oberflächen konnte so vermieden werden.

Vorbereitung der Lacke für die Eisenteile:

Für die Eisenteile war ein Bleimennigelack auf Alkydharzbasis eingekauft worden. Da der Lack nur einen Lösungsmittelanteil von ca. 20% aufwies, musste er mit einem geeigneten Lösungsmittel verdünnt werden bis er die gewünschten Eigenschaften erfüllte. Zu diesem

Zweck wurde einer Probe nur in kleinen Mengen Lösungsmittel zugesetzt und an einem entsprechenden Probestück die Fließ- und Hafteigenschaften getestet.

Die Beschichtung sollte mit dem Pinsel erfolgen, da die gesundheitsgefährdende Bleimennige nicht aufgesprüht werden darf (Schwermetallvergiftung bei Einatmen des Sprühnebels!) und zum anderen eine gute Penetration der Oberfläche nur mit dem Pinsel erreicht werden kann. Aufgrund der von Korrosionsnarben überzogenen Fläche ist dieser Aspekt besonders wichtig, da diese nicht mit einem Füller oder Spachtelmasse geschlossen wurden. Die Oberfläche sollte eine qualitativ hochwertige Beschichtung mit guter Beständigkeit erhalten, die Narben sollten aber als "Zeitzeuge" sichtbar bleiben.

Dieses Ziel erwies sich in der Umsetzung als problematisch aufgrund der normalen physikalischen Eigenschaften von Flüssigkeiten. Die Farbe floss einerseits schwerkraftbedingt zur tiefsten Stelle, andererseits stand sie an den Rändern der Narben und Kannten. Diese sollten aber nicht "zulackiert" werden. Vorgesehen war ein zweimaliges Grundieren mit der Mennige.

Für den Decklack wurde ein Klarlack auf Alkydharzbasis eingekauft, der mit Eisenoxidschwarz eingefärbt wurde. Dieses wurde zunächst in einer kleinen Menge für 24 Stunden eingesumpft und dann in den Lack gegeben. Auch hier wurden einige Tests analog zu den beschriebenen durchgeführt. Es zeigte sich, dass das schwere Eisenpigment während der Trocknung im Lack nach unten sank und dieser sehr stark glänzte. Für das Erscheinungsbild wurde aber ein mattglänzendes Schwarz angestrebt. Der Versuch mit Mattierungszusätzen brachte nicht den gewünschten Effekt, die Oberfläche wurde matt, aber auch rau. Bei den Analysen zum Originallack (Schicht b/Probe 2) war nur das Eisenpigment nachgewiesen worden, was aber nicht bedeutete, dass nicht noch ein weiteres organisches Pigment enthalten war. Der Lackprobe wurde im Verhältnis zum farbgebenden Eisenoxidschwarz noch Rebschwarz zugesetzt. Beide Pigmente sind miteinander gut mischbar. Diese Zusammensetzung in entsprechender Viskosität erfüllte nun die an den Decklack gestellten Anforderungen.

Vorbereitung der Lacke für die Messingteile:

Die metallischen Oberflächen der Messingteile sollten mit einem eingefärbten Klarlack auf Cellulose-Nitrat-Basis beschichtet werden. Ein solcher Lack, der aufgrund seiner hohen Qualität und relativ guten Reversibilität besonders für die Restaurierung empfohlen wird, wurde eingekauft. Die Lackierversuche mit dem Pinsel ergaben ein sehr ungenügendes Resultat. Aus diesem Grund wurde eine Lackiererei mit der Beschichtung der Messingteile betraut und vorerst keine weiteren Proben zur Zusammensetzung des Lackes unternommen, da dieser bei pneumatischem Spritzen eine andere Viskosität besitzen musste.

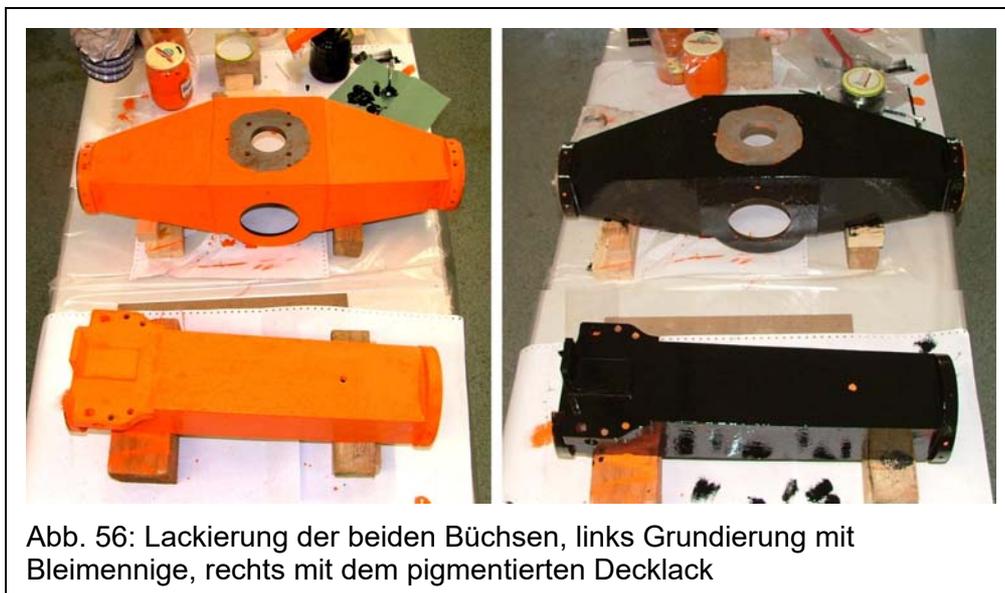
Durchführung der Lackierarbeiten

Lackierung der Eisenteile:

Nach dem in den oben beschriebenen Versuchen die richtige Zusammensetzung des Grund- und Decklackes ermittelt und die Oberflächen vorbereitet waren, konnte mit der Lackierung begonnen werden. Vorgesehen waren je zwei Schichten, also insgesamt vier.

Für den ersten Grundanstrich mit der Bleimennige wurde ein Rundpinsel verwendet, da mit diesem die Oberfläche am gründlichsten penetriert werden kann. Nachdem der Lack 24 Stunden angetrocknet und handtrocken war, wurden die Teile für zwei bis drei Tage unter Infrarotlampen und entsprechender Belüftung getrocknet, da der erste Grundanstrich bei einer Schichtdicke von mindestens $30\mu\text{m}$ normalerweise eine Zwischenstandzeit von einem Monat benötigt. So konnte die Standzeit erheblich verringert werden. Die Abbildung 56 zeigt die Stunden- und die Deklinationsbüchse mit der ersten Grundierung und dem ersten Decklack.

Nach erfolgter Trocknung der ersten Grundierung musste die Oberfläche von Hand geschliffen werden. Dies erforderte in Anbetracht der gesundheitsschädigenden Wirkung der Bleimennige besondere Arbeitsschutzmaßnahmen wie Mundschutz, Handschuhe und keine geschlossenen Räume. Es musste hier besonders auf die Kanten geachtet werden, da sie



sehr leicht abgeschliffen werden können und dann nicht die erforderliche Schichtdicke aufweisen und somit einen Risikobereich für baldige Korrosion darstellen. Nach etwa 14 Tagen wurde die zweite Grundierungsschicht aufgebracht. Diese benötigt laut Angabe bei einer Schichtdicke von mindestens $60\mu\text{m}$ eine Zwischenstandzeit von 6 Monaten. Der Farbauftrag (Schichtdicke) wird stärker, da die Viskosität des Lackes nach der ersten Grundierung herabgesetzt wurde. Mit der Trocknung wurde wie bereits beschrieben verfahren. Die Teile für einen Zeitraum von 6 Monaten "stehen zu lassen", war nicht

notwendig. Wie Tests ergaben (Eindruck- und Kratzproben), verlief die Trocknung unter Infrarot mit ausreichender Konvektion sehr viel schneller. Trotzdem stellten diese Standzeiten ein enormes zeitliches Problem dar.

Die zweite Mennigeschicht wurde ebenfalls angeschliffen, um eventuelle Pinselspuren zu egalisieren und einen bestmöglichen Haftgrund für den Decklack zu schaffen, was bei Alkydharzfarben eine wichtige Voraussetzung für eine stabile Anbindung ist.

Für das Aufbringen des ersten Decklacks wurde nun ein weicher Flachpinsel verwendet. Da die Herstellung einer Farbkonsistenz die "läuft" aber nicht "verläuft" nicht möglich ist, stellte das Lackieren der senkrechten Flächen ein Problem dar, die Bildung von Laufnasen war kaum zu vermeiden. Der erste Decklack wurde nach erreichter Härte wiederum angeschliffen. An diesem Punkt wurde die Arbeit an den Eisenteilen unterbrochen. Um eine Deckschicht von optimaler Qualität zu erreichen, wurde entschieden, den letzten Auftrag durch pneumatisches Spritzen aufzubringen.

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, dass das dreimalige Schleifen jedes Einzelteils von Hand eine enorme Zeit in Anspruch nahm.

Lackierung der Messingteile:

Zunächst musste eine Lackiererei gefunden werden, die sich mit dem Objekt und den speziellen Anforderungen identifizieren konnte. Eine Firma mit sehr guten Referenzen auf dem Gebiet der Sonderlackierungen wurde gefunden und dieser die spezielle Problematik unterbreitet. Zunächst konnten Proben zur Lackzusammensetzung angestellt und wiederholt Lackiertests durchgeführt werden (Abb. 56/57).

Um den speziellen Goldton mit leichtem Rotstich zu erreichen, den die wenigen Teile mit erhaltener Originalbeschichtung aufweisen wurden zunächst Färbeversuche mit dem Pflanzenharz Drachenblut vorgenommen, da dieser in Rezepten historischer Lacke oft genannt wird. Mit diesem Pigment konnten jedoch keine befriedigenden Resultate erreicht werden. So wurden auch synthetische Färbemittel in die Tests einbezogen.

Das Ergebnis brachte einen schönen goldgelben Farbton mit einem leichten Rotstich in Abhängigkeit von der Anzahl der Sprühgänge. Der gewünschte Ton stellte sich im zweiten Sprühgang ein.

Dieses Mischungsverhältnis wurde nach mehreren Tests (siehe Abb. 57, Test 3) für die Lackierung der Messingteile des Äquatorials beibehalten.

Nach Fertigstellung der Lackrezeptur für die Teile des Äquatorials mussten diese noch mit Lösungsmittel von der Polierpaste gereinigt und vor allem gründlich entfettet werden.

Der Lack eignete sich in seiner Zusammensetzung sowohl für die Original- als auch für die Neuteile. Je nach Materialeigenschaften und Oberflächenstruktur ergaben sich leichte

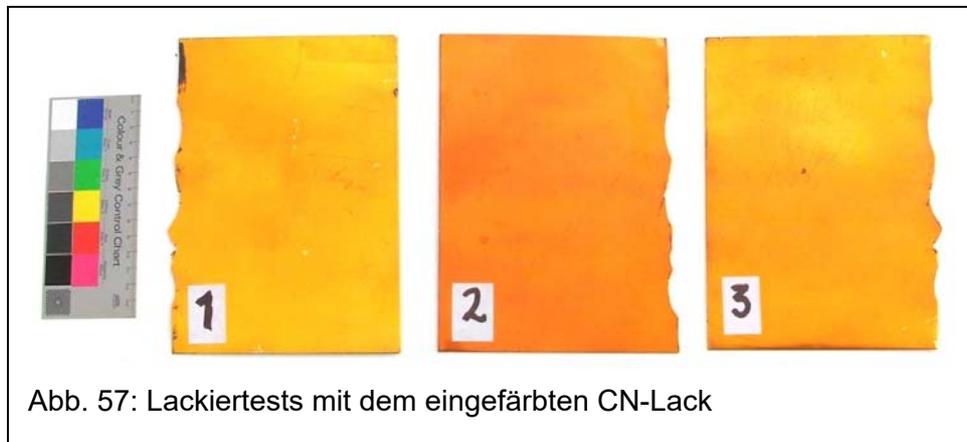


Abb. 57: Lackiertests mit dem eingefärbten CN-Lack

Unterschiede im Farbton. Die Schwierigkeit einen gleichmäßigen Ton zu erlangen hatte sich bereits in den vorangegangenen Tests gezeigt. Nach dem ersten Sprühgang präsentierte sich der Farbton gelb bis intensiv gelb, im zweiten Gang wurde der Gelbton noch intensiver. Der Farbumschlag ins Rötliche erfolgte plötzlich, was darauf schließen lässt, dass der Ton entscheidend von der Schichtdicke des Lackes abhängt. Dieses Stadium zu erreichen und nicht zu überschreiten stellte eine hohe Anforderung an den Lackierer. Insbesondere bei kleinen Teilen mit vielen Flächen oder verdeckten Kanten und Teilen die aufgrund ihrer Oberflächenstruktur einen dritten Sprühgang erforderlich machten, schlug der Farbton schnell in ein intensives Orange um (Abb. 58). Bei diesen Teilen wurde der Lack mit Lösungsmittel wieder entfernt und die Beschichtung besonders sorgsam wiederholt.



Abb. 58: Probelackierungen: links im Vordergrund ein Teil mit Originallack; rechts Teil vor und nach der Testlackierung

Die Teile mussten für die Lackierung entsprechend vorbereitet werden, d.h. Laufflächen wie z. B. Lagerinnenseiten wurden nach der Reinigung abgeklebt, wie aus Abbildung 59 zu sehen ist. Ein weiteres Problem stellten Teile mit einer stark porigen Oberfläche dar, da diese beim pneumatischen Lackieren nicht ausreichend penetriert wurde. Solche Teile wurden vor der Lackierung mit dem verdünnten Lack und einem Baumwolltuch, benetzt.



Abb. 59: Vorbereitete Teile

Als zeitaufwendig aber qualitativ lohnend

muss die Beschichtung der Schrauben bezeichnet werden. Hierfür wurden Holzbretter als Lackierhilfe mit Bohrungen versehen und die Schrauben bis zum Gewindeende darin versenkt und anschließend beschichtet (Abb. 60). Das Resultat kann mit dem Pinsel nicht ohne ausreichende Übung erreicht werden.

Im Anschluss an die Lackierung wurden die Teile zum Trocknen aufgehängt und so für 48 Stunden belassen. Nach dieser Zeit erlaubte der Trocknungsgrad die Abnahme und den Transport in die Werkstatt (Abb. 61).



Abb. 60: Schrauben des Äquatorials

Lackiert wurden außer den Messingteilen, wie im Konzept dargelegt auch die Eisenteile der Inneren Mechanik um sie dauerhaft und zuverlässig vor atmosphärischen Einflüssen zu schützen.

Die Abbildung 62 zeigt den Lackierer bei der Beschichtung der Rohre des Fernrohrs, zwei der visuell besonders wichtigen Teile. Der gesamte Vorgang der Lackierung wurde in Mitarbeit und unter ständiger Kontrolle des Verfassers durchgeführt. Die an die Firma Mösezahl gestellten Erwartungen wurden in bester Qualität erfüllt. Ebenso wurde auch die Abschlusslackierung der Eisenteile mit dem angemischten Lack von der Firma ausgeführt.



Abb. 61: Trocknende Teile

Der Farbton der Originalteile wurde annähernd erreicht, wobei nicht gesagt werden kann, wie sich dieser in über 145 Jahre verändert hat bzw. der neue Lack sich in den nächsten Jahren verhalten wird.

Alle Teile werden im Anschluss an die Lackierung zusätzlich mit einem Schutzwachs überzogen, um eine optimale Konservierung des Instrumentes auf lange Zeit sicher zu stellen.



Abb. 62: Lackierung der Rohre

6. Totalmontage

Nach Abschluss aller praktischen Arbeiten zur Instandsetzung und Rekonstruktion der Teile des Gothaer Äquatorials sollte noch einmal eine Montage erfolgen. Diese wurde ebenfalls in der Werkstatt in Jena durchgeführt.

Die abschließende Totalmontage des Instrumentes war aus einer Reihe von Gründen notwendig. Die Funktion aller Teile und Baugruppen sowie die Gesamtfunktion des Fernrohrs wurde überprüft, Fehler und Schwachpunkte aufgespürt und beseitigt. Weiterhin wurde der bei der Probemontage erstellte Montageplan geprüft und ergänzt. Zu diesem Zweck wurde eine Bilddokumentation zu allen Arbeitsgängen erstellt, welche bei der Probemontage nicht vollständig angefertigt werden konnte, da noch Teile und Baugruppen fehlten.

Zusätzlich sollte der Gesamtzustand des Äquatorials dokumentiert werden, da es anschließend demontiert und eingelagert wurde. Nach der endgültigen Montage an seinem Bestimmungsort, angestrebt wird der historische Standort in der ehemaligen Sternwarte in der Jägerstraße in Gotha, wird eine fotografische Darstellung des gesamten Objektes aus Platzgründen kaum noch möglich sein. Zu diesem Zweck wurde eine 25 m² große Stoffbahn genäht, die einen möglichst neutralen Hintergrund für eine optimale Fotografie schaffen sollte.

Am 07. Oktober 2005 konnte das wiederhergestellte Äquatorial im Rahmen einer Erstpräsentation der Öffentlichkeit vorgestellt werden (Abb.: 63).

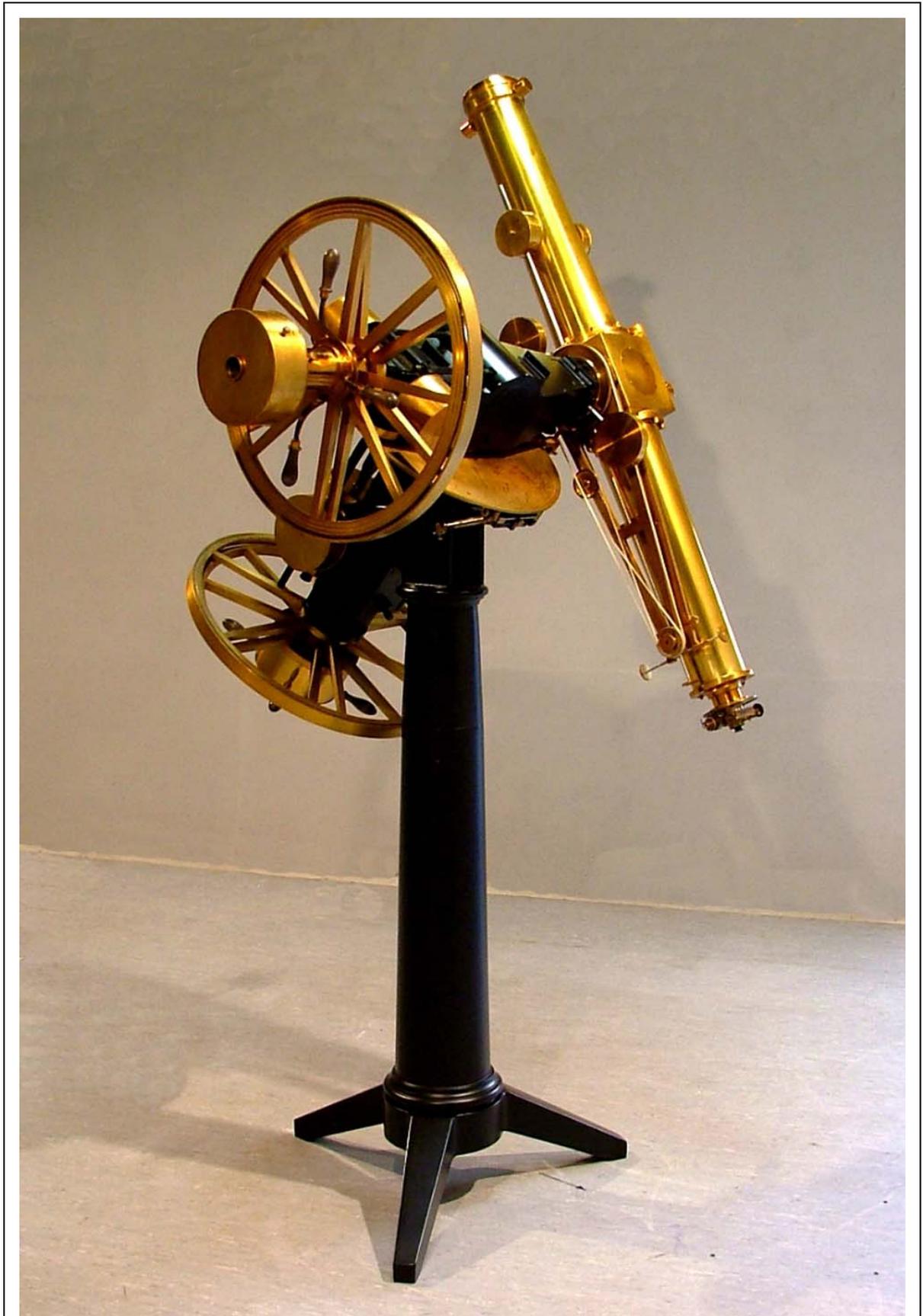


Abb. 63: Das Äquatorial bei der Erstpräsentation

Weiterführende Arbeiten/Schritte

Wie oben bereits angeführt, muss das Äquatorial im Anschluss an die vollständige Montage wieder demontiert und eingelagert werden. Zu diesem Zweck müssen geeignete Lagerbehälter angefertigt werden. Anschließend muss das verpackte Instrument sicher nach Gotha zurück überführt werden. Im Magazin der Stiftung Schloss Friedenstein war ein geeigneter Platz mit den notwendigen klimatischen Voraussetzungen zu schaffen, da der Zeitpunkt der Wiederaufstellung noch nicht sicher benannt werden kann.

Anfertigung einer Dokumentation zum Nachzustand aller Teile

Vor Beginn der Montage wird eine Dokumentation zum Nachzustand aller Einzelteile angefertigt. Diese wird sich in ihrer Systematik an der Dokumentation zum Vorzustand orientieren. Die Anlehnung an die erste Dokumentation ist notwendig, da in allen weiteren Arbeiten in Wort und Bild wie z.B. dem Montageplan Bezüge mit Verweisen auf Seitenzahlen hergestellt werden.

Erstellung eines Montageplanes mit Bilddokumentation

Die Anleitung zur Montage und gegebenenfalls Demontage (in umgekehrter Reihenfolge) wurde bereits während des Probeaufbaus erstellt. Teile, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht an das Instrument angebaut werden konnten, wurden berücksichtigt.

Die Montage des Äquatorials ist außerordentlich kompliziert und aufwendig. Es ist nicht möglich, das Gerät in einige wenige Segmente zu zerlegen. Der Aufbau muss Teil für Teil durchgeführt werden. Ausgenommen sind einige Baugruppen, die nicht notwendigerweise demontiert werden müssen und im Plan auch als Gesamtbauteil aufgeführt sind.

Die Anleitung folgt der Reihenfolge der anzubauenden Teile, nicht der des Kataloges in Baugruppen. Sie stellt eine mögliche Variante zum Aufbau des Instrumentes dar, nicht aber die optimale. Zu diesem Zweck hätte der Aufbau mehrfach durchgeführt werden müssen, was dem Objekt geschadet hätte. Der Plan dient der Hilfestellung, und es wird ausdrücklich auf eine erneute Dokumentation der vorgenommenen Schritte hingewiesen.

Der Montageplan ist tabellarisch in einzelne Arbeitsschritte untergliedert, auf die sich jeweils die gleiche Nummer einer Abbildung bezieht. Die Baugruppe und die Teil-Nummer mit der Seitenangabe der Dokumentation zum Vorzustand werden angegeben. Dies soll eine zusätzliche Hilfe zur Identifizierung und Erläuterung des Einzelteils sein. Müssen Baugruppen vorbereitet werden, so findet sich in der Abfolge nur die Nummer des Arbeitsganges. Zusätzlich wird in der Spalte "Anmerkung" jeder einzelne Schritt kurz

erläutert und auf spezielle Probleme hingewiesen. Eine Zeile bezeichnet das zu verwendende Werkzeug genau. Eine Einleitung zur Handhabung mit allgemeinen Hinweisen zur Montage liegt den Montageanweisungen bei.

Des Weiteren wurde für das Äquatorial ein Werkzeug zusammengestellt und bezeichnet, welches den Erfordernissen genau angepasst wurde. Dieses verbleibt zusammen mit dem Montage- und Wartungsplan in unmittelbarer Nähe des Objektes. Nur so kann eine optimale Wartung und Pflege des Instrumentes gewährleistet werden.

Joachim Jendersie | Jendersie-Restaurierungen | www.jendersie-restaurierungen.de | Juli 2008