

# Objektbiografie

## Atwoodsche Fallmaschine

### Inventarnummer 775

Andrea Nicola Grimm  
grimm.andrea.nicola@gmail.com

---

The Atwood machine 775 from the Deutsches Museum in Munich

The importance of Material Culture for modern research is constantly increasing. The following text shows on the example of an Atwood machine, which belongs to the Deutsches Museum in Munich and was made by Johann Anton Wisenpaintner in 1795, what kind of information you can get from a scientific object. Starting with a small introduction about the historical and physical background of the Atwood machine, the text goes on with the construction and function of the Atwood machine from Wisenpaintner and closes with some thoughts about the role of this Object in the museal context.

*Keywords:* Atwood machine, Wisenpaintner, Material Culture, Deutsches Museum

---

#### **Einleitung**

Die Atwoodsche Fallmaschine mit der Inventarnummer 775 des Deutschen Museums in München bietet die Grundlage für eine Vielzahl interessanter Erzählungen. Als Demonstrationsobjekt steht sie stellvertretend für die Forschung und die Experimente von George Atwood zur gleichmäßigen Beschleunigung, die er 1784 veröffentlichte (Atwood 1784). Eine Gravurplatte am Ständer des Räderwerkes mit der Aufschrift „Joann / Anton Wisen= / paintner in Eych= / städt Fecit / 1795“ gibt Auskunft über den Hersteller, den Herkunftsort und das Herstellungsjahr und weist dieses Instrument damit als Beispiel für die präzisen Arbeiten deutscher Feinmechaniker des 18. und 19. Jahrhunderts aus.

Das steigende Interesse an physikalischen Demonstrationsinstrumenten für Lehre und Forschung im späten 18. Jahrhundert, war einer der Gründe warum in dieser Zeit solche Instrumente zunehmend in Deutschland produziert und nicht mehr, in dem Maße wie bisher, aus England und Frankreich importiert wurden (Voit 1906: 169-177). Die Fallmaschine, die aus dem Bestand der Mathematisch-Physikalischen Sammlung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften stammte, spiegelt auch ein Stück

Forschungs- und Lehrgeschichte an Deutschen Akademien wieder. Mit ihrem Übergang an das Deutsche Museum 1905 bildete sie eines von rund tausend Exponaten, die Teil der Gründungssammlung des Deutschen Museums wurden und somit den Wandel von Demonstrations- und Lehrobjekten zu musealen Objekten vollzogen.

Dies sind nur einige Themen (vielleicht die offensichtlichsten), die anhand dieses Instruments behandelt werden können. In dieser Abhandlung kann nicht über alle Hintergründe ausführlich gesprochen werden. Im Zentrum soll das vorliegende Objekt stehen: die Atwoodsche Fallmaschine mit der Inventarnummer 775. Über die Geschichte der mit ihr in Verbindung stehenden Institutionen ist deutlich mehr bekannt, als über ihre eigene. So gibt es umfassende Literatur über die Bayerische Akademie der Wissenschaften und die Geschichte des Deutschen Museums, sowie ihre Sammlungen (Bachmann et al. 1966; Blumtritt et al. 2003; Füßl & Trischler 2003.), es gestaltet sich jedoch schwierig etwas über Johann Anton Wisenpaintner (den Hersteller der vorliegenden Fallmaschine) herauszufinden. Zudem gibt es zwar am Deutschen Museum einige Inventare der Mathematisch-Physikalischen-Sammlung der Akademie der Wissenschaften, jedoch ist es schwer die konkrete Maschine in den Listen zu finden.

Dieser Text gibt Auskunft über Aufbau und Funktion dieses Objektes und stellt wesentliche Unterschiede zu der Konstruktionsweise der von George Atwood entworfenen Fallmaschine heraus. In einem weiteren Vergleich wird ein Blick auf ähnliche Instrumente geworfen, um weitere Details zur Funktion und Nutzung herauszuarbeiten. All dies soll dazu beitragen die Bedeutung dieses Objekts besser einschätzen zu können. Die Frage hinter diesen Betrachtungen lautet: „Was macht dieses Instrument aus und warum können wir es heute im Museum sehen?“

### **Atwoods Abhandlung zu den Fallgesetzen**

George Atwood veröffentlichte 1784 sein Werk mit dem Titel „A treatise on the rectilinear motion and rotation of bodies; with a description of original experiments relative to the subject“. In diesem Buch beschrieb er unter anderem seine Experimente zur gleichmäßigen Beschleunigung. Atwood suchte einen Weg die gleichmäßige Beschleunigung in einem Experiment für das menschliche Auge sichtbar zu machen. Er bemängelte an den existierenden Experimenten seiner Zeit, dass sie durch technische Unzulänglichkeiten keine präzisen Ergebnisse brachten. Laut Atwood gelang es zwar mit den technisch unzulänglichen Geräten ein korrektes Ergebnis zu erhalten, allerdings war dieses eher zufällig als gewollt, weshalb Atwood diese Methode als unbefriedigend empfand (Atwood 1784: 291-293). Er beschloss daher eine Maschine zu entwickeln, mit der sich die fünf mechanischen Größen (die Masse, die konstante Kraft, der Weg, die Zeit und die Beschleunigung) ermitteln ließen (Atwood 1784: 298).

Für seine Maschine benötigte Atwood zwei exakt gleichschwere Gewichte (a und b), die er mit einer dünnen Seidenschnur verband. Diese Schnur hing er über ein Rad (c), das fest mit einer Achse verbunden war (Fig. 1). Diese Achse lagerte er auf dem Schnittpunkt je zweier sich überlagernder beweglicher Räder (Friktionsräder). Durch diese Konstruktion konnte Atwood den Reibungsverlust an der Achse soweit verringern, dass er für die Beobachtung und Berechnung nicht mehr störend war. Um nun die Beschleunigung messen zu können, benötigte Atwood eine Kraft, die seine Konstruktion in Bewegung setzte. Für die Auswertung des Experiments war es wichtig diese Kraft exakt bestimmen zu können. Atwood wählte kleine Zusatzgewichte, die er

auf eines der Gewichte (zum Beispiel a) an der Schnur legen konnte, um die Konstruktion in Bewegung zu setzen. Neben dem Zusatzgewicht war es für die Auswertung auch entscheidend das Gesamtgewicht der bewegten Masse zu kennen.

Atwood stellte fest, dass sich dieses aus der Masse der zwei Gewichte a und b, plus der Masse des Rades c, plus der Masse des Zusatzgewichtes zusammensetzte. Dank seiner Konstruktion konnte er die Verzögerung der Bewegung durch die Trägheit der Seidenschnur und der Gewichte vernachlässigen. Diese wurde durch die Friktionsräder weitgehend reduziert. Allerdings würde die Trägheit der übrigen Teile (des Rades c und der Friktionsräder selbst) zu spürbaren Beeinträchtigungen führen.

In seiner Abhandlung erklärte Atwood ausführlich wie er dieses Problem experimentell und rechnerisch löste, indem er das Trägheitsmoment bei der Masseberechnung miteinbezog (Atwood 1784: 209-303). Aufgrund dieser Berechnungen wählte Atwood seine Masseinheiten. Für die Gewichte an der Seidenschnur konstruierte er kleine Behälter. So konnte man das Gewicht bei Bedarf leicht anpassen. Aus Experimenten anderer Wissenschaftler wusste Atwood, dass bei zu hoher Fallhöhe der Luftwiderstand das Experiment beeinträchtigen würde. Die Fallmaschine stellte Atwood daher auf eine Ständerkonstruktion. An dem Ständer befestigte er eine 64 Zoll lange Skala. Zudem befestigte er eine verstellbare Auflage an der Skala. Mit dieser war es möglich den Fall des Gewichtes an verschiedenen Punkten zu stoppen und so den Fallweg festzulegen. Durch die Konstruktion mit zwei Gewichten, umging Atwood das Problem, dass auf einer kurzen Strecke das Gewicht zu schnell fällt um die Zeit messen zu können. Das zweite Gewicht verlangsamte den Fall des ersten. Für die Zeitmessung verwendete Atwood ein Pendel mit Sekundenschlag.

Es war wichtig, dass das Gewicht exakt mit dem Pendelschlag seinen Fall begann. Um den Fall auszulösen stellte Atwood das größere Gewicht auf einen flachen Stab, welchen er in der Hand, genau auf der Höhe des Nullpunktes hielt. Er schrieb mit etwas Übung würde es gelingen, den Stab genau zum richtigen Zeitpunkt zu entfernen. Zum Messen der Geschwindigkeit an einen bestimmten Punkt des Falls benötigte Atwood eine weitere Hilfskonstruktion. Bei dem bisher beschriebenen Versuchsaufbau würde das Gewicht durch das aufgelegte Zusatzgewicht für die Dauer des gesamten Falls beschleunigt werden. Somit wäre die Geschwindigkeit an zwei verschiedenen Punkten niemals identisch. Um dies zu ändern ergänzte Atwood an der Skala eine Platte mit einer runden Aussparung, die groß genug war, damit das Gewicht hindurchfallen konnte. Statt der runden Scheibe als Zusatzgewicht nahm er einen Stab, der  $\frac{1}{4}$  Unze wog. Wenn er diesen Stab auf das Gewicht legte und das Haltebrett entfernte, so wurde das Gewicht so lange mit der Gewichtskraft von  $\frac{1}{4}$  Unzen beschleunigt bis es durch das Loch im Brett gefallen war. Der Stab blieb auf dem Brett liegen, da er nicht durch das Loch passte.

Da Atwood durch seine aufwendige Konstruktion näherungsweise alle Reibungsverluste eliminiert hatte, bewegte sich das Gewicht für den Rest der Strecke mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fort. Man könnte die Bewegung mit einer Bewegung in der Schwerelosigkeit vergleichen, bei der einem Objekt einmalig Energie zugeführt wird und sich dieses Objekt ab diesem Zeitpunkt gleichförmig in Richtung des Anschubs fortbewegt, da es keinen Energieverlust durch Reibung erfährt. Indem Atwood die Zeit maß, die das Gewicht, für den letzten Teil der Strecke benötigte (deren Länge ihm bekannt war), konnte er die Geschwindigkeit des Gewichtes an einem bestimmten Punkt des Weges messen. Durch Messungen an verschiedenen Punkten konnte er dann Rückschlüsse auf die Beschleunigung ziehen, die ein bestimmtes Gewicht durch eine bestimmte Kraft auf einer bestimmten Strecke erfuhr. Auf der letzten Seite seines Buches fügte Atwood zur besseren Verständlichkeit eine

Zeichnung seiner Maschine, des Versuchsaufbaus und der Gewichte bei (Atwood 1784: 451).

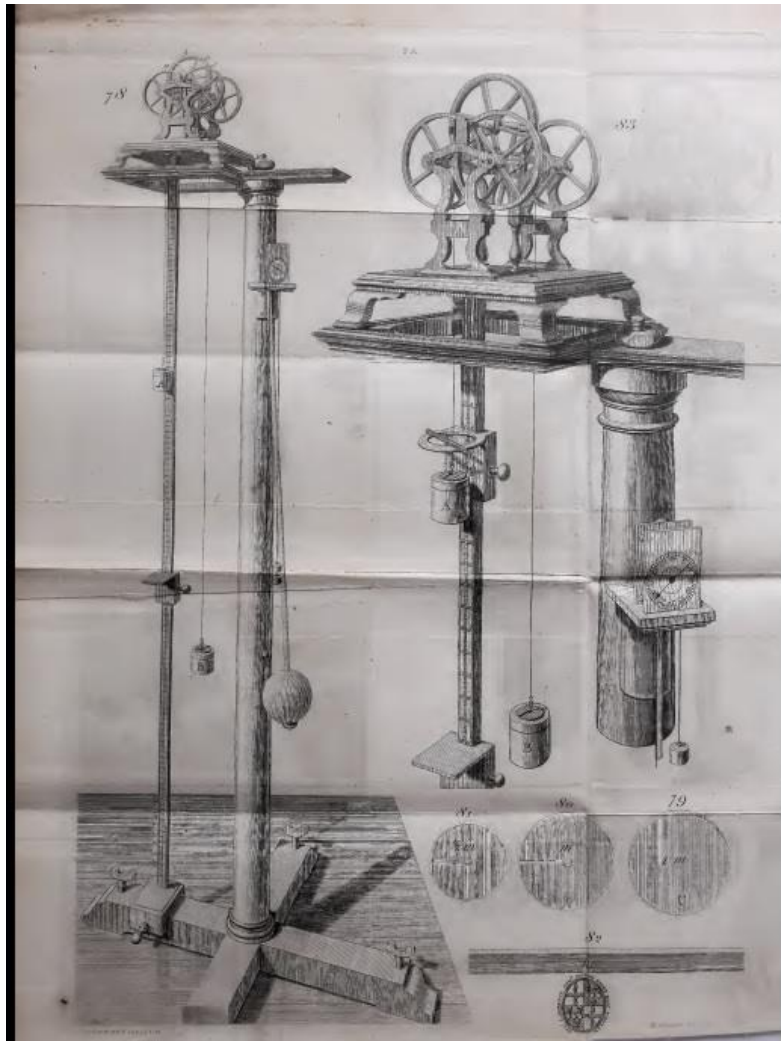


Fig. 1 Entwurf der Fallmaschine (Atwood 1784: 451).

### Die Atwoodsche Fallmaschine Nr. 775 – Fertigung und Aufbau

Nach der Betrachtung der Konstruktion und Funktion der originalen Atwoodschen Fallmaschine kann nun ein genauer Blick auf das Modell von Wisenpaintner geworfen werden. Die sehr ausführlichen Vorbetrachtungen waren nötig, um die Abwandlungen im Bau der Maschine erkennen und verstehen zu können.

Vorab aber noch ein paar Worte zu dem Konstrukteur Johann Anton Wisenpaintner. Über ihn selbst ist leider kaum etwas bekannt. Ein Blick auf die Sammlung des Deutschen Museums zeigt, dass er mehrere physikalische Instrumente anfertigte, die Teil der Mathematisch-Physikalischen-Sammlung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften wurden. Ob der Auftrag für ihre Fertigung direkt über die Akademie kam oder es andere Auftraggeber gab, die das Objekt im Nachhinein abgaben, lässt sich anhand der vorliegenden Quellen nicht klären, da es keine Aufzeichnungen darüber gibt wie und wann dieses Instrument in den Besitz der Bayerischen Akademie der Wissenschaften kam. Ihr Sammlungsbestand setzte sich ab 1808 aus dem Zusammenschluss verschiedener Sammlungen (zum Beispiel des Riedl'schen

Kabinetts, Geschenken des Königs und Objekten des Klosters St. Emmeram) zusammen (Bachmann 1966: 171). In der Literatur befinden sich jedoch Hinweise, dass Wisenpaintner mehrere Instrumente direkt im Auftrag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und der Universität herstellte (Brockhoff et al. 2006: 65-66).

J. A. Wisenpaintner war, wie die Gravurplatte auf der Fallmaschine zeigt, in Eichstädt tätig. Recherchen ergeben, dass in Eichstädt von 1718 –1790 ein in Uhrmacherkreisen heute noch bekannter Uhrmachermeister, Georg Ignatius Wisenpaintner, lebte. Laut Auskunft des Deutschen Uhrmacherverzeichnisses war er ab 1748 fürstbischöflicher Hofuhrmacher und betrieb die Werkstatt mit seinen Söhnen (Ermert 2006.) Die Fallmaschine ist laut ihrer Gravur 1795 gefertigt worden. Zu diesem Zeitpunkt war Ignatius Wisenpaintner bereits tot. Das spricht dafür, dass Johann Anton Wisenpaintner einer seiner Nachkommen war. 1759 gründete Kurfürst Maximilian III. Joseph die Bayerische Akademie der Wissenschaften. Die Atwoodsche Fallmaschine 775 wurde 36 Jahre später gebaut. Möglicherweise führten die engen Kontakte der Werkstatt von Ignatius Wisenpaintner zum fürstbischöflichen Hof zur Auftragserteilung. Die genauen Zusammenhänge bleiben allerdings bis zur Findung weiterer Quellen reine Spekulation.

Dokumentiert ist hingegen der Zugang der Atwoodschen Fallmaschine 775 an das Deutsche Museum im Jahr 1905. Die Maschine befindet sich aktuell in einem sehr guten Zustand. Sie macht einen edlen und hochwertigen Eindruck. Die aus poliertem Messing gefertigte Maschine steht auf einem kleinen, braun lackierten Tischchen. Die Bauteile sind zum Teil mit kunstvollen Gravierungen versehen. Der lackierte Tisch scheint aus hellem, weichem Holz zu bestehen. Kleine Kratzer am Tisch, an denen der Lack fehlt, lassen diesen Schluss zu. Im Gegensatz zu den hochwertigen Messingbauteilen wirkt der Tisch, trotz seiner Verzierungen, deutlich unedler.



**Fig. 2** Atwoodsche Fallmaschine von Johann Anton Wisenpaintner. Gründungssammlung des Deutschen Museums. Bearbeitet von Julia Bloemer und Benjamin Mirwald, Version vom 03.12.2018: © CC BY-SA 4.0.

Ein Vergleich der Atwoodschen Fallmaschine des Deutschen Museums (Fig.2) mit der Zeichnung von Atwood (Fig.1) zeigt große Ähnlichkeiten in der äußeren Gestaltung und der Konstruktion beider Instrumente. Am auffälligsten ist die bei beiden Maschinen

vorhandene Räderkonstruktion, bestehend aus den vier Friktionsrädern und dem mittleren Rad c, das auf ihnen gelagert wird. Um das Instrument besser aufbewahren zu können fügte Wisenpaintner rechts und links der Maschine jeweils eine Schraube hinzu, mit der man Achse und Rad oberhalb der Friktionsräder befestigte, sodass sie beim Transport nicht herunterfallen konnten. Die Gewichte für diese Maschine sind leider nicht mehr vorhanden. Damit lässt sich nicht sagen, ob Wisenpaintner, wie Atwood, ein Gefäß für die Gewichtsaufnahme baute und ob er sich an Atwoods Gewichten und Maßeinheiten orientierte. Eine deutliche Abweichung von Atwoods Entwurf zeigt sich bei der Messung der vom Gewicht zurückgelegten Strecke. Zur Erinnerung: Atwood verwendete hierfür eine Messskala mit einer Länge von 64 Zoll. Wisenpaintner nutzte stattdessen eine Uhr. Der Zeiger des Ziffernblattes ist mit einer Messingstange verbunden. An ihrem Ende befindet sich ein Zahnrad. Die Achse des Rades c weist direkt über dem Zahnrad einen Gewindeschnitt auf. Wenn die Achse abgesenkt wird, greift das Zahnrad in dieses Gewinde. Eine Blattfeder sorgt dafür, dass Achse und Zahnrad nicht zu fest und nicht zu locker aufeinandersitzen. Mit einer Konterschraube am Ziffernblatt lässt sich dieser Aufbau fixieren. Zudem befinden sich direkt über den Achsen zwei dünne Metallplättchen, die verhindern, dass die Achse zu viel Spiel hat. Wenn sich die Achse dreht, dreht sich auch der Zeiger auf dem Ziffernblatt. Eine Umdrehung des Rades entspricht zwei Minuten auf dem Ziffernblatt. Der Weg, den der (zu Beginn des Experiments) oberste Punkt des Rades zurücklegt ist identisch mit dem Weg, den das Gewicht zurücklegt. (Den Beweis dafür lieferte (Atwood 1784: 300–307) in seinen Ausführungen zur Trägheit des Rades). Das heißt eine Minute auf der Uhr entspricht dem halben Umfang des Rades. Auf diese Weise lässt sich die zurückgelegte Strecke leicht ablesen. Der Nachteil dieser Konstruktion liegt in der zusätzlichen Reibung, die das Zahnrad an der Achse verursacht. Ob diese Reibung das Experiment verfälscht müsste man experimentell herausfinden.

Neben dieser Besonderheit finden sich bei Wisenpaintner noch weitere Variationen. Hinter Rad c sind zwei Hebel angebracht. An ihren Enden befindet sich jeweils ein kleiner Haken. Auf Höhe der Achse sind zwei kleine Auflagen angebracht. Die Vermutung liegt nahe, dass man an die Haken Gewichte hängen kann und damit die Reibung an der Achse erhöht. Eine mögliche Funktion könnte das Auslösen der Bewegung sein. In diesem Fall würde man Gewichte wählen, die schwer genug sind, um die Achse zu stoppen. Durch das gleichzeitige Runterdrücken der Hebel könnte man das Experiment leicht auslösen. Fraglich ist jedoch, warum man hierfür zwei Hebel brauchen sollte, sodass diese Theorie unbefriedigend ist.

Im Restaurierungsbericht zur Fallmaschine 775 finden sich Fotos von zwei weiteren Objekten (Fig. 3 und 4), die einer Fallmaschine sehr ähneln. Sie gehören dem Bayerischen Nationalmuseum. Nähere Informationen sind leider nicht beigefügt. Das Bayerische Nationalmuseum verfügt über eine Sammlung wissenschaftlicher Instrumente, die vor allem aus Beständen der Wittelsbacher Sammlungen, aus Universitäten und aus der Bayerischen Akademie der Wissenschaften stammen. Die auf den Fotos abgebildeten Maschinen gehörten dem physikalischen Kabinett der Universität Würzburg und wurden 1877 vom Museum angeworben. Zeitliche und örtliche Parallelen zur Fallmaschine 775 liegen somit nahe. Gelistet sind sie als „Modell der Unruhe einer Taschenuhr“. Weitere Recherchen zeigten, dass diese Zuordnung nicht zutreffend ist. Bei den abgebildeten Maschinen handelt es sich um so genannte Tribometer oder auch Friktionsmaschinen. Sie weisen starke Ähnlichkeiten mit der Atwoodschen Fallmaschine auf, werden aber nicht mittels eines Gewichtes, sondern einer Feder bewegt.

Das Tribometer dient der Messung von Reibungswiderständen. Entwickelt wurde es von dem Physikprofessor John Theophilus Desaguliers (1683–1744) (Poppe 1826: 429). Interessanterweise nimmt Atwood in seinen Abhandlungen zur Fallmaschine Bezug auf Desaguliers Experimente zur Beschleunigung (Atwood 1784: 295). Es ist wahrscheinlich, dass Atwood Desaguliers Tribometer kannte. Eventuell diente es ihm als Vorlage für seine Fallmaschine. Das würde die konstruktiven Ähnlichkeiten erklären. Für die Untersuchung der Reibung zwischen Metallen wird am Tribometer die Uhrenfeder gespannt. Das Tribometer weist ähnliche Hebel, wie die der Fallmaschine 775 auf. An diese Hebel werden verschiedene Gewichte gehängt. Wenn die Achse mit dem mittleren Rad gelöst wird, bewegt die Feder das Rad hin und her. Durch die von den Gewichten verursachte Reibung nimmt die Bewegung zunehmend ab. Die Anzahl der Pendelbewegungen dient als Maß der Reibungsverluste. Ausgehend von dieser Beobachtung wäre es denkbar, dass die Hebel an der Fallmaschine 775 die selbe Funktion hatten. Könnte die Maschine von Wisenpaintner ein universales Instrument sein, dass für mehrere Demonstrationsprinzipien eingesetzt werden konnte?



**Fig. 3 und 4** Tribometer Phys 240 (links) und Phys 241 (rechts). Restaurierungsbericht Deutsches Museum München © Bayerisches Nationalmuseum München.

Neben den Hebeln gibt es noch drei weitere hervorstechende Auffälligkeiten, deren Funktionen bisher unklar sind:

1. Oberhalb der Aufhängung für die Achse befinden sich auf beiden Seiten kleine Metallplättchen mit einer Bohrung und einem Schlitz (Fig.5).
2. Unter der Achse neben den Hebeln steht vom Tisch ein Messingstab (Pin) senkrecht nach oben gerichtet (Fig.6).
3. In der Tischplatte befindet sich ein Loch direkt unter der Drehachse (Fig.7). Das Holz in dem Loch weist rechts und links kegelförmige Kerben auf. Obwohl das Holz abgenutzt aussieht, ist der Lack vollständig intakt. Die Kerben könnten daher auch absichtlich ausgefeilt worden sein oder die Maschine wurde irgendwann neu lackiert.



**Fig. 5** Metallplättchen mit Bohrung und Schlitz.  
Quelle: Deutsches Museum © Andrea Grimm.



**Fig. 6** Pin aus Messing. Quelle:  
Deutsches Museum © Lara Hartung.



**Fig. 7** Loch im Holztisch mit seitlichen Kerben.  
Quelle: Deutsches Museum © Andrea Grimm.

Die Fallmaschine von Wisenpaintner ist sehr gut durchdacht. Es scheint unwahrscheinlich, dass ein Bauteil funktionslos war. Aber welche Funktionen hatten dann diese drei Bauteile?

Auf der Zeichnung von Atwood ist nichts Vergleichbares zu erkennen. Könnten sie tatsächlich für andere Experimente gedacht worden sein? Ein Vergleich mit den schon erwähnten Fotos der Tribometer zeigt kein Loch im Tisch und auch die kleinen Metallplättchen haben keine Entsprechung. Dafür findet man bei beiden Maschinen den Pin. Bei Maschine Phys 241 sieht man, dass an dem Pin ein Hebel befestigt ist. Nach oben weist er eine hakenförmige Krümmung auf. Leider kann man auf dem Foto nicht erkennen welchem Zweck dieser Hebel dient. Womöglich gehörte er zum Auslösemechanismus. Zudem unterscheidet sich der Pin dieser Maschine von der Wisenpaintners. Es sieht nicht so aus, als ob an dem Pin der Wisenpaintner-Maschine ein Hebel befestigt war. Diese Spur führt also nicht weiter. Dafür besitzt das Museo Galileo in Florenz ein Tribometer, das einen ähnlichen Pin besitzt. An diesem ist die Antriebsfeder befestigt. (Lee 2016.)

Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Fallmaschine 775 möglicherweise tatsächlich eine Feder besaß, die sich an diesem Pin befestigen ließ. Das andere Ende könnte in die Führung der darüberliegenden Achse gepasst haben. Die Feder könnte gemeinsam mit den Gewichten verloren gegangen sein. In dem Inventar von Maximus Imhof der



Bayerischen Akademie der Wissenschaften aus dem Jahr 1806 findet sich auf S. 33 unter anderem eine "Fallmaschine mit Windfängen" unter der Inventarnummer 84. Solche Windfänge gab es ebenfalls bei Tribometern.<sup>1</sup> Ein weiteres Indiz dafür, dass die Fallmaschine von Wisenpaintner umfangreiches Zubehör besaß?

Das Deutsche Museum besitzt noch eine weitere Atwoodsche Fallmaschine von Wisenpaintner. Diese stammt aus dem physikalischen Kabinett der Ludwig-Maximilians-Universität und ist laut Eingangsbuch 1905 an das Museum gegangen. Interessanterweise ist sie als „Friktrionsräderwerk von Wisenpaintner in Eichstaedt“<sup>2</sup> eingetragen worden, weshalb die beiden Maschinen bisher nicht in Zusammenhang gebracht wurden. Ist diese Zuordnung nur ein Übertragungsfehler oder ein Hinweis auf die Multifunktionalität dieses Objektes? Es gibt ganz deutliche Gemeinsamkeiten im Aufbau der beiden Instrumente. Das Friktrionsräderwerk ist in einem schlechteren Zustand als die Fallmaschine 775. Es fehlen offensichtlich Teile und die Messingelemente sind teilweise dunkel angelaufen und matt. Das Messing der Fallmaschine 775 glänzt dagegen, wie frisch poliert. Die Anmutung des Friktrionsräderwerks erscheint zudem weniger edel. Es besitzt einen lackierten Holztisch, der von Aufbau, Größe und Verzierungen der Fallmaschine 775 gleicht. Es fehlt jedoch die zusätzliche Messingauflage. Ob das Loch im Tisch ebenfalls kegelförmige Einkerbungen im Inneren aufweist lässt sich anhand des Fotos leider nicht erkennen. Es wäre aber eine interessante Frage, um festzustellen, ob die Kerben Abnutzungsspuren oder Bestandteil der Konstruktion sind. Die Lackierung der beiden Tische unterscheidet sich stark. Die Fallmaschine 775 weißt einen undurchsichtigen rotbraunen Lack auf, während der Lack des Räderwerks deutlich heller und durchscheinend ist. Zudem fällt auf, dass viele weitere Bauteile, die bei der Fallmaschine aus Messing sind, bei dem Friktrionsräderwerk aus Holz bestehen. So der Ständer für das Ziffernblatt, die Halterung der zwei Hebel, die bei dem Friktrionsräderwerk fehlen und der Pin, dessen Funktion leider weiterhin ungeklärt bleibt. Abgesehen vom Material unterscheiden sich diese Teile kaum.

Zusätzlich besitzt das Friktrionsräderwerk eine lange Schraube, die von der hinteren Haltevorrichtung durch den Pin bis zu Rad c verläuft. In diesem befindet sich ein kleines Loch. Möglicherweise dient die Schraube der zusätzlichen Fixierung des Rades. Auch das Rad c der Fallmaschine hat ein solches Loch. Der hintere Ständer und der Pin weisen aber keine Spuren einer fehlenden Schraube auf. Eventuell wurde das Rad universal produziert und fand in verschiedenen Maschinen Anwendung. Bei dem Ziffernblatt ist davon auszugehen. Neben den zwei genannten Maschinen findet man das selbe Ziffernblatt auch bei einem Stabpyrometer von Wisenpaintner, das sich ebenfalls in der Sammlung des Deutschen Museums befindet.

Was alle bisher genannten Fallmaschinen ganz deutlich von der Zeichnung Atwoods und anderen noch erhaltenen Fallmaschinen aus England und Frankreich unterscheidet, ist das Fehlen des Ständers. Stattdessen wird die Falldistanz bei den Wisenpaintner-Maschinen mit einem Ziffernblatt gemessen. Durch den Verzicht auf einen Ständer sind die Maschinen deutlich platzsparender. Es fehlen leider Aufzeichnungen, wie die Instrumente ohne Ständer genutzt wurden. Worauf standen sie während der Benutzung? Wie und womit wurde die Zeit gemessen? Wie konnte man das beschleunigende Gewicht entfernen, um eine gleichförmige Fortbewegung zu erzielen? Bei allen vorliegenden Maschinen fehlen die Gewichte, die eventuell weiteren Aufschluss geben

<sup>1</sup> Ein Beispiel für ein solches Instrument ist das Tribometer von John Theophilus Desagulier aus der Sammlung des Physics Museum of Sardinia. URL: [www.museodifisica.it/ENG/htm/strumento.php?id=28](http://www.museodifisica.it/ENG/htm/strumento.php?id=28) (01.07.2018).

<sup>2</sup> Zur besseren Unterscheidung werde ich diese zweite Maschine im Folgenden weiter als Friktrionsräderwerk bezeichnen.

könnten. Da es zum jetzigen Zeitpunkt keine Möglichkeit für eine nähere Untersuchung der genannten Maschinen gibt, müssen diese Fragen vorerst offenbleiben.

### **Vom Lehrobject zum Artefakt**

Damit soll es nun im Weiteren um die Geschichte der Fallmaschine 775 als museales Objekt gehen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass sie Teil der Akademiesammlung des Deutschen Museums ist. Diese Sammlung wurde dem Museum 1905 von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften gestiftet und enthält rund 1000 Exponate, die ursprünglich der mathematisch Physikalischen Klasse der Akademie angehörten und der Forschung, Lehre aber auch Unterhaltung dienten (Deutsches Museum 2019.) Zum Zeitpunkt des Zugangs dieser Objekte zum Museum hatten sie zum Großteil ihre Bedeutung als Objekte für die aktuelle Forschung und Lehre verloren. Ihre Bedeutung für die Geschichte der naturwissenschaftlichen Forschung und Ausbildung war dafür umso höher. Laut einem Ausstellungsführer des Deutschen Museums war die Atwoodsche Fallmaschine 775 bereits 1906 in der ersten provisorischen Ausstellung zur Physik im Bereich über die Bewegung fester Körper zu sehen. Didaktisch eingegliedert wurde sie in den Abschnitt zu Galileis Untersuchungen über die Fallbewegung. Damit fand sie ihren Platz im Entwicklungskontext. Denn Atwood bezog sich in seiner Abhandlung unter anderem auf Galileos Experimente zur schiefen Ebene (Atwood 1784: 296). Seine Fallmaschine kann im weitesten Sinne als Weiterentwicklung der Ansätze Galileis verstanden werden. Im Führer heißt es:

Hier befinden sich eine Rekonstruktion der Fallrinne und des Pendels, mit welchem Gallilei 1638 den Fall der Körper experimentell untersucht hat, sowie Tafeln mit der Erläuterung der von Gallilei gefundenen Fallgesetze. Ferner sind Apparate zur Demonstration der Wurfparabel nach 's Gravesande, eine Atwoodsche Fallmaschine von Wisenpaintner, sowie eine Fallmaschine zu Demonstrationszwecken von Leybolds Nachfolger, Köln ausgestellt. (Deutsches Museum 1907: 60)

Bis heute ist die Maschine in der Physikausstellung des Deutschen Museums zu sehen. Der aktuelle Ausstellungstext stammt aus den 1970er Jahren und lautet:

Fallmaschine von Wisenpaintner; Inv. Nr. 775; Fallmaschine von Wisenpaintner - Das Gerät diente zur Prüfung der Fallgesetze. Es wurde 1795 von J.A. Wisenpaintner in Eichstätt gebaut, der am Ende des 18. Jahrhunderts zahlreiche Apparate für den physikalischen Unterricht kunstfertig herstellte. (Deutsches Museum 1970)

Besonders viele Informationen bietet dieser Text leider nicht. Die Fallmaschine steht in diesem Kontext nur für eines der Instrumente zur Demonstration der Gesetze der Fallbewegung und nicht für sich selbst.

1984 musste das Instrument vorübergehend aus der Ausstellung genommen werden. Eine geistig verwirrte Person brach damals in das Museum ein und zerstörte mehrere Vitrinen der Physikausstellung. Dabei wurde auch die Fallmaschine beschädigt. Laut Restaurierungsbericht vom 25.05.1984 musste die Maschine zerlegt, gereinigt und gerichtet werden. Zudem waren sowohl der Tisch als auch Teile der Lagerpalette gebrochen und mussten wieder zusammengefügt werden. Glassplitter hatten Kratzer hinterlassen. Diese wurden mit einem Lacktupfer ausgebessert (Deutsches Museum 1984). Auf die Restaurierungsarbeiten weist heute nur noch ein feiner Riss in der Tischplatte hin. Sehr auffällig ist jedoch der starke Glanz der Maschine. Im Vergleich zu dem, laut Zugangsbuch, gleichalten Räderwerk wird der Unterschied zu normal gealtertem Messing deutlich. Feine Striche auf der Tischoberfläche könnten Hinweise

auf einen Schutzlack (Pinselstriche im Lack) oder eine Maschinenpolitur (Spuren der Bürste) sein. Der vorliegende Restaurierungsbericht gibt keine Hinweise auf eine dieser Methoden. Weitere Berichte besitzt das Deutsche Museum nicht.

Ein Blick auf andere Objekte von Wisenpaintner, die derzeit in der Physikausstellung des Deutschen Museums zu sehen sind, zeigt ein wechselndes Bild. Einige Objekte sind wie die Fallmaschine hochglanzpoliert, andere wie das Räderwerk dunkel angelauten. Es wäre interessant herauszufinden ob es nicht dokumentierte Restaurierungsarbeiten an dem Objekt gab. Erst seit den 1960er Jahren ist es in der Restaurierung üblich geworden vorgenommene Arbeiten genau zu dokumentieren. Zudem setzte zu dieser Zeit ein Umdenken in der Restaurierungspraxis ein. Zuvor versuchte man stets den Originalzustand eines Objektes wiederherzustellen. Der Restaurierungsgegenstand sollte in „altem Glanz“ erstrahlen. In den 1960er Jahren wurde die Geschichte der Objekte zunehmend bedeutsamer. Man erkannte, dass durch die bisherige Restaurierungspraxis Spuren des Gebrauchs vernichtet wurden, die Auskunft über die Nutzungsgeschichte eines Objektes geben könnten. Es wurden neue Richtlinien, zum Beispiel die Charta von Venedig (1964), festgelegt.

Heutzutage wird daher, vor allem im musealen Kontext, zunehmend konserviert anstatt restauriert und vorgenommene Maßnahmen werden genau dokumentiert. Eine Politur der Fallmaschine 775 wäre ein Fall bei dem Nutzungsspuren zerstört worden sein könnten. Wenn es eine solche Restaurierung gab liegt sie vermutlich schon längere Zeit zurück. Sie könnte zu der Zeit als die Maschine an das Deutsche Museum gekommen ist vorgenommen worden sein. Ein Vergleich mehrerer Objekte, die damals in die erste Ausstellung kamen könnte hierrüber eventuell Aufschluss geben. Für die Beurteilung der vorhandenen (und fehlenden) Kratzer und Abnutzungen an der Fallmaschine 775 könnte diese Information von großem Nutzen sein.

## **Fazit**

Es ist noch längst nicht alles gesagt und auch noch nicht alles erforscht, was sich über die Atwoodsche Fallmaschine 775 sagen und herausfinden ließe. In diesem Text konnten einzelne Themenkomplexe nur angerissen werden, um Impulse für weitergehende Untersuchungen zu geben. Die eingangs gestellte Frage lautete was nun diese Maschine so besonders macht, dass wir sie im Museum sehen können. Im Ausstellungskontext des Deutschen Museums erscheint es zunächst der physikalische Hintergrund der Maschine und der mit ihr verbundenen Experimente zu sein. Auch das edle Erscheinungsbild wird bei der Auswahl der Maschine für die Ausstellung eine Rolle gespielt haben. Die Vielzahl ähnlicher Maschinen aus Bayern, die diese erste Recherche ans Tageslicht gebracht hat und die alle im musealen Kontext gesammelt wurden, zeigt zu dem die Bedeutung dieser Maschine für die historische Forschung zum Instrumentenbau in Bayern und zur Lehre an Bayerischen Akademien und Universitäten. Dank des Übergangs dieser Maschinen an die Museen, wurden sie bis heute bewahrt und stehen der zukünftigen Wissenschaft für Fragen zur Verfügung. Als Schlusswort soll hier festgehalten werden, dass die Ausführungen zur Fallmaschine 775 deutlich zeigen, welche Vielzahl an Informationen ein einzelnes Objekt zu geben vermag und welche Bedeutung der Objektforschung im musealen aber auch im allgemeinen wissenschaftlichen Rahmen zukommen sollte.

## Literatur

- Atwood, George 1784. *A treatise on the rectilinear motion and rotation of bodies; with a description of original experiments relative to the subject*. Cambridge.
- Bachmann, Wolf und Max Spindler (Hg.) 1966. *Münchner historische Studien Abteilung Bayrische Geschichte*. Bd. 8: *Die Attribute der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1807 – 1827*. Kallmünz OPF: Verlag Michael Lassleben.
- Blumtritt, Oskar und Ulf Hashagen, und Helmuth Trischler (Hg.) 2003. *Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums Abhandlungen und Berichte*. Neue Folge, Bd. 19. München: Deutsches Museum.
- Brockhoff, Evamaria (Hg.) und Josef Kirmeier (Hg.) und Ferdinand Kramer (Hg.) und Christian Lankes (Hg.) 2006. *Bayerns Weg in die Moderne. Bayerisches Handwerk 1806 bis 2006*. Augsburg.
- Deutsches Museum 1907. *Führer durch die Sammlungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Deutsches Museum 1970. Ausstellungstext zur Fallmaschine von Johann Anton Wisenpaintner (01.07.2018).
- Deutsches Museum 2019. *Akademie-Sammlung. Die mathematisch-physikalische Sammlung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*. URL: <https://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/naturwissenschaft/akademiesammlung/> (01.06.2018).
- Ermert, Jürgen 2015. *Uhrmacherverzeichnis*. URL: [www.uhrmacherverzeichnis.de/index.php?request=ClockMaker/showDetails&id=24510&PHPSES-SID=924f1044c937c661b4206e2b8aa08ece](http://www.uhrmacherverzeichnis.de/index.php?request=ClockMaker/showDetails&id=24510&PHPSES-SID=924f1044c937c661b4206e2b8aa08ece) (01.07.2018).
- Füßl, Wilhelm und Helmuth Trischler (Hg.) 2003. *Geschichte des Deutschen Museums: Akteure, Artefakte, Ausstellungen*. Verlag Prestel.
- Lee, Virginia 2016. URL: <http://qcvoices.qwriting.qc.cuny.edu/virginialee105/2016/03/08/seven-interesting-exhibition-items-at-the-museo-galileo> (01.07.2018).
- Physics Museum of Sardinia. *Desaguliers Tribometer*. <http://www.museodifisica.it/ENG/htm/strumento.php?id=28> (01.07.2018).
- QC Voices. *Seven Interesting Exhibition Items at the Museo Galileo*. URL: <http://qcvoices.qwriting.qc.cuny.edu/virginialee105/2016/03/08/seven-interesting-exhibition-items-at-the-museo-galileo/> (01.07.2018).
- von Poppe, Johann Heinrich Moritz 1826. *Enzyklopädie des gesamten Maschinenwesens, oder vollständiger Unterricht in der praktischen Mechanik und Maschinenlehre, mit Erklärungen der dazu gehörigen Kunstwörter, in alphabetischer Ordnung. zweiter Teil e-j*. Leipzig: Leopold Voß.
- Voit, Ernst. 1906. *Feinmechanik in Bayern*. In: Königlich Technische Hochschule in München (Hg.). *Darstellungen in der Geschichte der Technik der Industrie und der Landwirtschaft in Bayern*. München: 169–177.