

# Nahe am Perpetuum mobile –



## Atmos, eine von der Luft lebende Uhr

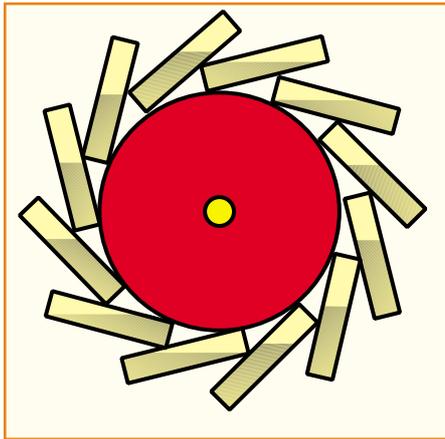
***Das Prinzip des energiesparenden Antriebs ist hier nahezu perfektioniert – die mechanische Atmos-Tischuhr wird allein durch geringste Temperaturschwankungen der umgebenden Luft angetrieben. Und dies so präzise, dass sie lange Zeit nicht nachgestellt werden muss. Wir stellen diese interessante alternative Antriebstechnik vor, die den modernen Elektroniker sicher auch einmal weit „über den Tellerrand“ blicken lässt – auch wenn das Thema vordergründig nichts mit Elektronik zu tun hat ...***

### Geht's oder geht's nicht?

Der Traum vom „immerfort Beweglichen“ (Perpetuum mobile), einem Mechanismus, der sich in sich selbst, ohne äußere Antriebe bzw. Kraftquellen, bewegt, ist

uralt und reicht weit zurück bis in das 11. Jahrhundert, als der Inder Bhaskara die erste überlieferte Idee einer solchen Maschine (heute indisches oder arabisches Perpetuum mobile genannt) hatte. Die Idee bestand aus einem radähnlichen Mechanismus, der mit Röhren bestückt werden

sollte, die wiederum mit Quecksilber gefüllt waren (Abbildung 1). Allein durch die Gewichtsverlagerung des Quecksilbers sollte das Rad in Bewegung gehalten werden. Auf dieser Grundidee basieren unendlich viele dieser Perpetua mobilia bis heute, u. a. auch die bekannten Kugellauf-



**Bild 1: Die Perpetuum-mobile-Idee des Inders Bhaskara – allein die Gewichtsverlagerung des Quecksilbers in den Röhren sollte ein Rad antreiben.**

Maschinen des Leonardo da Vinci (Abbildung 2), der trotz zahlreicher Entwürfe auch die Unmöglichkeit der Wirkung erkannte und diese Erkenntnis vehement vertrat. Die mündete später in das erstmals von Julius Robert Mayer formulierte und von weiteren Wissenschaftlern weiter interpretierte und verfeinerte Energieerhaltungsgesetz – heute bereits jedem Schüler im Physikunterricht vermittelt. Niemals könnte ein Perpetuum mobile realisiert werden, Reibungs- und Wärmeverluste (je nach Prinzip der Maschine) sorgen immer dafür, dass Energie nachgeführt werden muss – wohl daher stammt auch die Volksweisheit „Von nichts kommt nichts“.

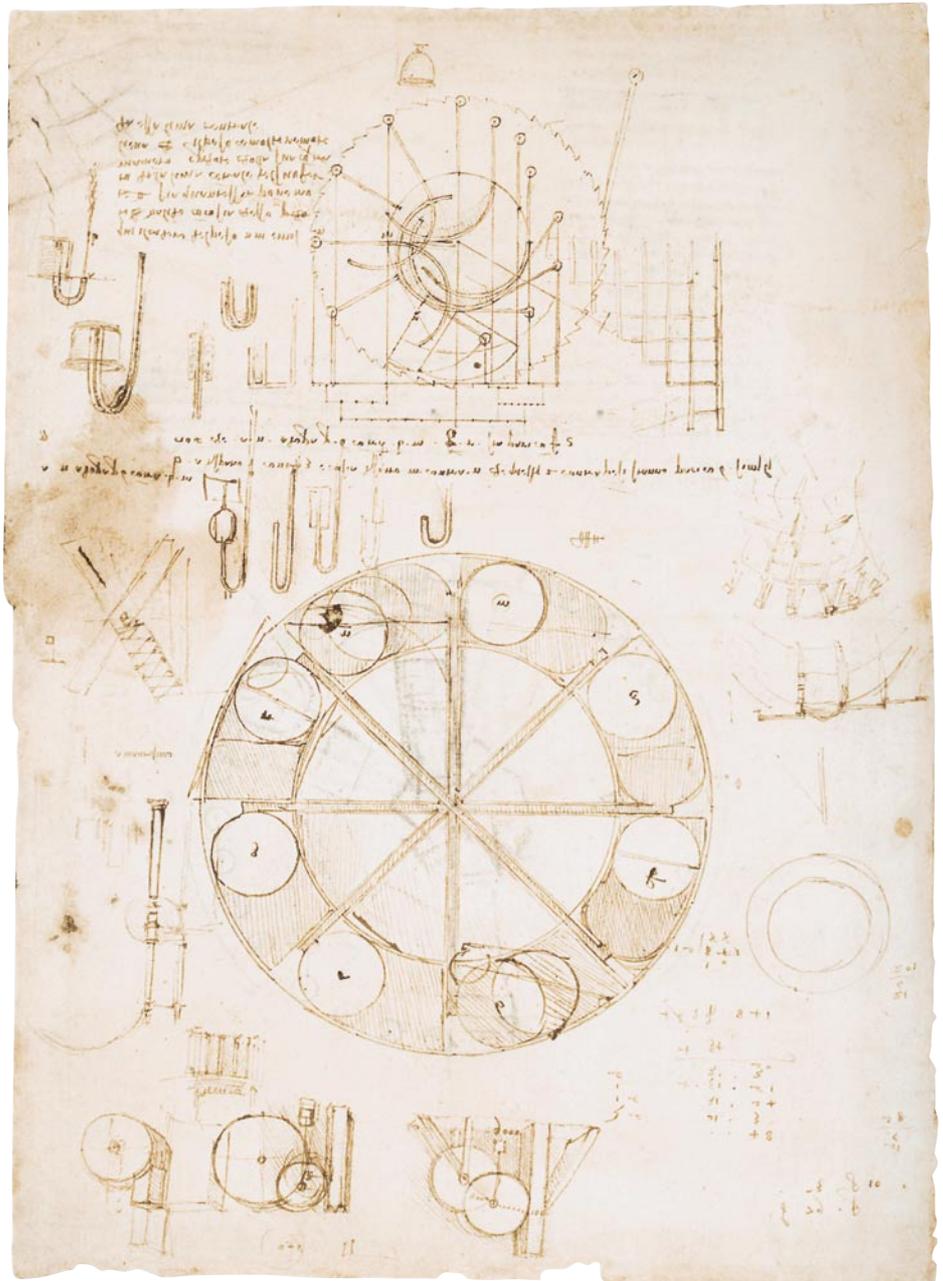
So ähnlich hatte es übrigens auch schon 500 v. Chr. der griechische Philosoph Anaxagoras formuliert, der erkannte, dass „aus nichts nichts entstehen und dass auch nichts vernichtet werden kann“.

Dennoch versuchen sich immer wieder Ingenieure, Techniker und Wissenschaftler, aber leider auch bis heute Scharlatane daran, das Prinzip zu durchbrechen. Es ist noch keinem gelungen, und das Deutsche Patentamt nimmt nicht ohne Grund keine Patentvorschläge an, die dieses Thema betreffen.

Wohl aber stellt die Idee des Perpetuum mobile eine immer währende Herausforderung an seriöse Techniker dar, sich diesem so weit wie möglich zu nähern.

### Beinahe erreicht

Ein Beispiel für eine derartige Leistung schuf 1928 der junge Neuenburger Ingenieur Jean-Léon Reutter. Ihm gelang es, ein Uhrwerk zu konstruieren, das seine Energie tatsächlich „aus der Luft“ bezieht. Die schweizerische Uhren-Manufaktur Jaeger-LeCoultre setzte die Konstruktion in ein patentiertes Produkt um, und seitdem existiert eine wahre Kult-Uhr – die Atmos (Abbildung 3).



**Bild 2: Auch Leonardo da Vinci versuchte sich zunächst an Entwürfen zum Perpetuum mobile, bevor er dessen physikalische Unmöglichkeit erkannte. Bild: Deutsches Museum, Bildstelle**

Hier paart sich schweizerische Uhren-Präzision mit einer genialen Idee – die jahrhundertlange Erfahrung beim Bau von absolut präzisen und mit geringsten mechanischen Verlusten behafteten Uhrwerken trägt Früchte, indem sich diese mit einem extremen Minimum an Antriebsenergie begnügen. Denn das, was die Atmos an Energie benötigt, hat wenig mit anderen Energieerzeugungen zu tun, lediglich modernste Armbanduhren, die (einen Teil) ihrer Energie aus der Körperwärme beziehen, erreichen die Nähe dieser Effizienz.

Wovon reden wir eigentlich? Nun, die Atmos wird allein von geringsten Temperaturschwankungen der Umgebungsluft angetrieben. Schon die Temperaturschwankung

von einem Grad (im Bereich zwischen 15 und 30 °C) bringt diesem Uhrwerk eine Gangreserve von 48 Stunden. Damit „geht“ die Uhr auch in klimatisierten Räumen, deren Regel-Hysterese ja doch üblicherweise insgesamt 1 bis 2 Grad beträgt.

### Die Kraft der Luft

Wie funktioniert das? Das technische Prinzip, in Abbildung 4 sieht man die Original-Zeichnung der Konstruktion, ist bestechend einfach: Kern der Energieerzeugung ist eine luftdicht verschlossene Druckdose, die mit einem besonders ausdehnungsfähigen Gas-Gemisch gefüllt ist.

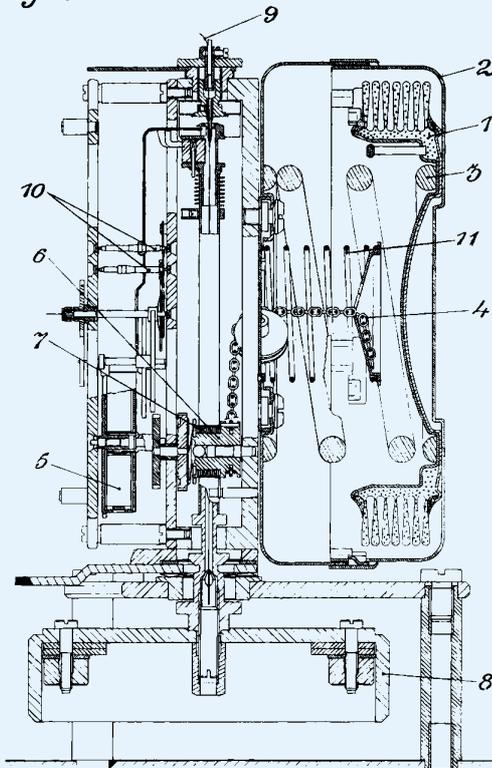
**Bild 3:**  
Die Atmos-Tischuhr (hier das auf  
50 Stück limitierte Modell  
Régulateur) verbirgt trotz des klassi-  
schen Regulator-Designs nichts von  
der innen wohnenden interessanten  
Technik. Bild: Jaeger-LeCoultre

Dieses bei Raumtemperatur mit einer Dehnungsanomalie auftretende Gemisch dehnt sich bei steigender Temperatur aus und zieht sich mit sinkender Temperatur zusammen. Ein in der Kapsel montierter Balg wird hierdurch ziehharmonikaartig zusammengedrückt bzw. auseinandergezogen und überträgt diese Bewegung über eine Kette auf den eigentlichen Uhrwerksantrieb, die Feder, die durch diese Bewegung laufend aufgezo- gen wird.

Jedem Techniker wird es nun klar, dass auf diese Weise wirklich nicht viel Bewegungsenergie erzeugt werden kann. Umso erstaunlicher ist es, welch große Uhrwerke man damit angetrieben bekommt. Immerhin stellt Jaeger-LeCoultre Atmos-Tisch-

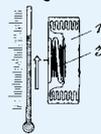


Fig. 1.



- |                     |                  |                  |
|---------------------|------------------|------------------|
| 1. Expansionskammer | 5. Antriebsfeder | 9. Elinvar-Draht |
| 2. Messingbüchse    | 6. Trommel       | 10. Ankerhemmung |
| 3. Spiralfeder      | 7. Kleine Feder  | 11. Aufzugsfeder |
| 4. Kettchen         | 8. Unruh         |                  |

Fig. 2.



Bei steigender Temperatur dehnt sich ein Gasgemisch in der Expansionskammer (1) aus, die dadurch eine Spiralfeder (3) zusammendrückt.

Fig. 3.



Fällt die Temperatur, verdichtet sich das Gemisch und die Spiralfeder entspannt sich wieder. Schon durch dieses ganz kleine Hin und Her wird die Atmos aufgezogen.

uhren mit diesen Uhrwerken her, die durchschnittlich 150 mm Breite und 200 mm Höhe aufweisen. Vergleicht man diesen Antrieb mit den sehr schweren Gewichten einer Pendeluhr oder den robusten Federlaufwerken einer mit einem Schlüssel aufzuziehenden Uhr, ist die durch die relativ geringe Gasbewegung erzeugte Kraft schon frappant.

Das Geheimnis liegt in der von Jaeger-LeCoultre so bezeichneten „Entdeckung der Langsamkeit“. Der minimale Energievorrat wird dazu verwendet, ein Torsionspendel, das an einem wochenlang bearbeiteten Draht aus einer „Invar“-Spezial-Legierung aufgehängt ist, gerade einmal je Minute ins Schwingen, also in zwei Halbschwingungen je Minute, zu versetzen. Das ist 60-mal weniger als in einem normalen Pendel-Uhrwerk, das je Minute 120 Halbschwingungen ausführt. Gegenüber einer Armbanduhr mit 240 Halbschwingungen je Minute geht es hier außerordentlich gemächlich zu.

**Bild 4:** Das Arbeitsprinzip der Atmos – hier die originale Konstruktionszeichnung des „Luft-Temperatur-Antriebs“. Bild: Jaeger-LeCoultre

**Bild 5: Feinste Uhrmacherkunst mit revolutionärer Antriebstechnik – die Atmos du Millénaire Atlantis enthält auch ein Kalenderwerk bis zum Jahr 3000 und ein Mondphasenwerk. Bild: Jaeger-LeCoultre**



## Präziseste Mechanik

Damit man hiermit ein ganzes, mittelgroßes Uhrwerk, bei einigen Modellen sogar mit Zusatzfunktionen wie einer Mondphasen-Anzeige (Abbildung 5) und/oder Kalender, antreiben kann, ist natürlich das „restliche“ Uhrwerk ebenfalls in allerhöchster Präzision gefertigt. Der Hersteller gibt eine zu erwartende theoretische Lebensdauer der Uhr von 600 Jahren an. Bei den heutigen atmosphärischen Verhältnissen mit recht hoher Luftverschmutzung ist aber dennoch eine Wartung alle 20 Jahre zu empfehlen – es sei denn, man betreibt die Uhr im Reinraum. Zur absoluten Ganggenauigkeit macht der Hersteller keine Angaben, nur so viel, dass bei exakter Aufstellung (die Uhr muss absolut erschütterungsfrei, gerade und möglichst klimatisiert sowie in staubfreier Umgebung stehen und nie bewegt werden) eine je nach Exemplar, Modell und Umgebung jahrelange Ganggenauigkeit ohne jede Korrektur gegeben sein kann.

Die Mondphasenanzeige entsprechender Atmos-Uhren ist auf den Durchschnittswert des synodischen Monats abgestimmt. Dieser dauert 29,530588 Tage. Das Räderwerk einer Atmos ist nun so präzise, dass alle 29,530568 Tage Neumond angezeigt wird. Damit würde die Anzeige erst in sage und schreibe 3821 Jahre um einen Tag vorgehen.

Atmos-Uhren, die mit einer Mondphasenanzeige ausgestattet sind, werden mit einem Korrekturwerkzeug geliefert. Somit ist der 130. Nachfahre im Jahre 5824 in der Lage, die Anzeige mit der tatsächlichen Mondphase wieder in Gleichschritt zu bringen ...

Das gesamte Uhrwerk arbeitet übrigens völlig ohne Schmierstoffe, dies spricht für sich, nur erstklassige Materialien werden hier in unzähligen Einzelteilen verbaut. Und natürlich stört das

edle Werk seinen Besitzer nicht – es läuft völlig lautlos.

Um einmal die Relationen des geringen Energiebedarfs aufzuzeigen: 60 Millionen Atmos-Uhren verbrauchen gerade einmal so viel Energie wie eine einzige 15-Watt-Glühlampe!

Und hier schließt sich der Kreis – effektivster Energieverbrauch ist auch für die modernste Elektronik Pflicht: Uhrenmechaniker machen es vor, dass man ganz nahe herankommt an die Idee des Perpetuum mobile.

## Uhrmacherkunst pur

Dass derart präzise Uhrenmechanik aus der Schweiz kommt, ist an sich nichts Neues, glänzen doch zahlreiche schweizerische Uhrenfirmen mit Superlativen. Auch Jaeger-LeCoultre hat hier fleißig mitgewirkt. Neben der Atmos entstand bereits

1903 die bis heute flachste mechanische Taschenuhr mit nur 1,38 mm Höhe, 1925 baute man das erste rechteckige Uhrwerk auf zwei Ebenen, 1929 ein bis heute gebautes Handaufzug-Uhrwerk, das Kaliber 101, das nur 14 x 4,8 x 3,4 mm misst und nur rund ein Gramm wiegt. Mit der Reverso, die der Art-Déco-Strömung der dreißiger Jahre einen wesentlichen Impuls verlieh, verdient die Firma bis heute ihr Geld. Deren wesentliches Design-Merkmal ist ein um 180° umklappbares Werk, das das Zifferblatt im Ruhezustand verdeckt. Die heutigen Reversos enthalten gleich zwei winzige Uhrwerke, die entweder eine zweite Weltzeit anzeigen oder ewige Kalender bieten.

Technologisch befindet sich die Atmos also nicht allein. Und dass ein solches Uhrwerk sogar noch weiter verbesserbar ist, zeigt die im Sommer zum 75. Atmos-Jubiläum erscheinende neueste und bisher wohl teuerste Atmos. Hier wird der Betrachter rätseln, wo der Antrieb, also die Druckdose, steckt und wie das Uhrwerk mit dieser verbunden ist. Von dieser Uhr wird es nur 76 Exemplare geben, 75 zum Stückpreis von 150.000 Euro und eines mit aufwändiger Vergoldung (10 kg Gold) und zahlreichen 30-karätigen Diamanten zum Preis von 1,5 Mio. Euro.

Nicht umsonst dient die Atmos also auch dem Renommee der Schweizer Regierung – sie wird als Gastgeschenk an Staatsoberhäupter überreicht.

ELV

### Info-Tips zum Perpetuum Mobile

Wer sich einmal ganz tief und sehr unterhaltsam mit dem Thema Perpetuum mobile beschäftigen möchte, dem sei die wirklich gut recherchierte und fundierte Internetseite

[www.perpetuum.hp-gramatke.de](http://www.perpetuum.hp-gramatke.de)

empfohlen, die das Lesen dicker Bücher erspart und von Klick zu Klick spannender wird. Sie gipfelt u. a. in interessanten Animationen zahlreicher Modelle von Perpetua mobilia.

Und wer einmal in München ist, sollte unbedingt einen Besuch im Deutschen Museum einplanen – hier gibt es zahlreiche Schaustücke und historische Dokumente, u. a. Original-Nachbauten der da-Vinci'schen Kugellauf-Maschine, zu sehen.