

Pendeluhr

An einem Prinzipmodell wollen wir nun die Wirkungsweise einer Pendeluhr mit Gewichtsaufzug studieren. Dieses besonders schöne Modell besticht durch seinen einwandfreien Gang und wird Ihnen viel Freude bereiten, auch wenn es mit den Zahnrädern des hobby 1-Baukastens nicht gelingt, die Drehzahl der Endwelle unseres Laufwerks so zu bemessen, daß der Stundenzeiger in 12 Stunden eine Umdrehung bzw. der Minutenzeiger in 1 Stunde eine Umdrehung macht.

Pendel als Gangregler

Als Regelbremse ist die zuletzt kennengelernte Luftbremse nicht genau genug; vielmehr ist ein besonderer Gangregler (Hemmregler) erforderlich, der eine sehr langsame, aber auch sehr gleichmäßige Drehung der Zeigerwelle bewirkt. Zur Gangregelung kann jeder genau periodisch verlaufende, d. h. in gleichen Zeitabständen sich gleichartig wiederholende Vorgang Verwendung finden. Ein solcher Vorgang ist z. B. das Schwingen eines Pendels. Seine Schwingungsdauer ist weitgehend konstant und im wesentlichen nur durch die Pendellänge bestimmt. Je länger das Pendel ist, desto langsamer schwingt es. Überzeugen Sie sich an einem einfachen Modell ähnlich Bild 31.1, daß die Schwingungsweite und das Gewicht des Pendels keinen Einfluß auf die Schwingungsdauer haben.

Versuche an einem Fadenpendel

Bestimmen Sie bitte die Zeit für 30 aufeinanderfolgende Hin-und-Her-Schwingungen, einmal mit weit ausschlagendem Pendel und zum anderen mit ganz schwach angestoßenem Pendel. Sie müssen gleiche Zeiten erhalten.

Stangen-Pendel

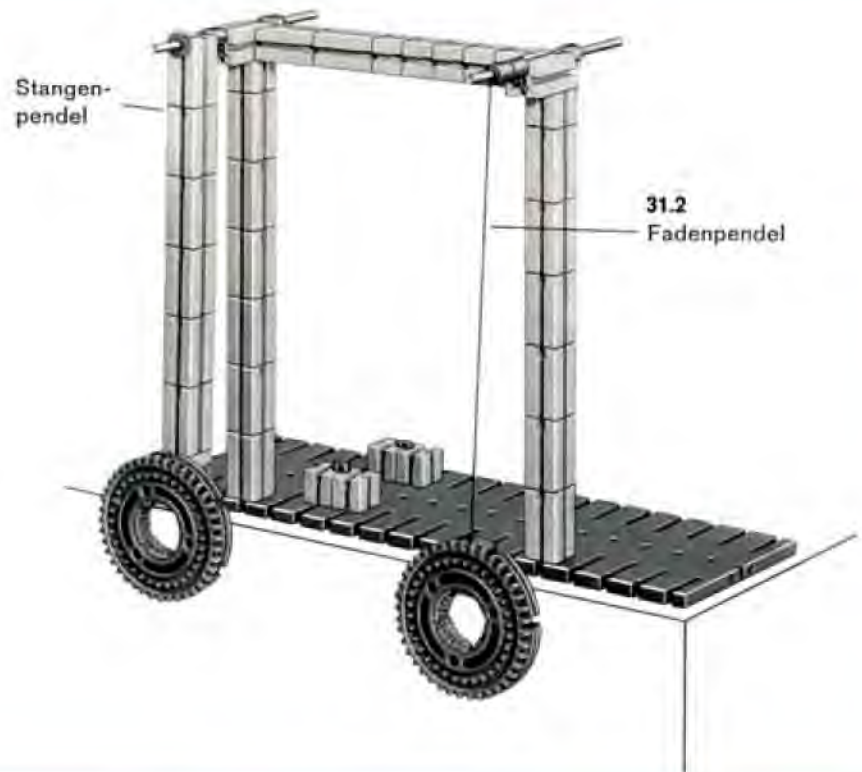
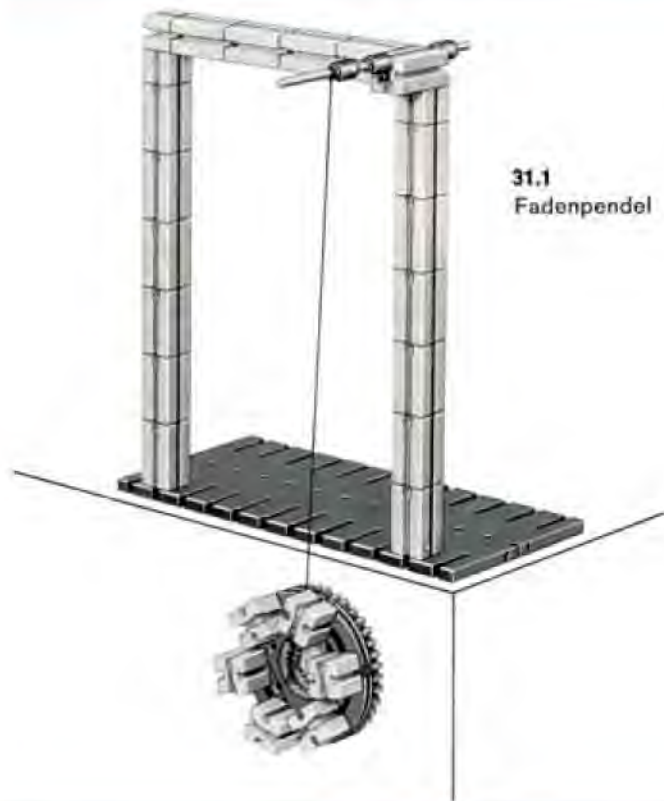
Ändert sich die Zeit, wenn Sie die 6 Bausteine wegnehmen? Verlängert oder verkürzt man den Faden, an dem das Gewicht aufgehängt ist, so ergeben sich andere Werte. Bei welcher dieser Maßnahmen wird die Schwingungsdauer (= Zeit für 1 Hin-und-Hergang) größer?

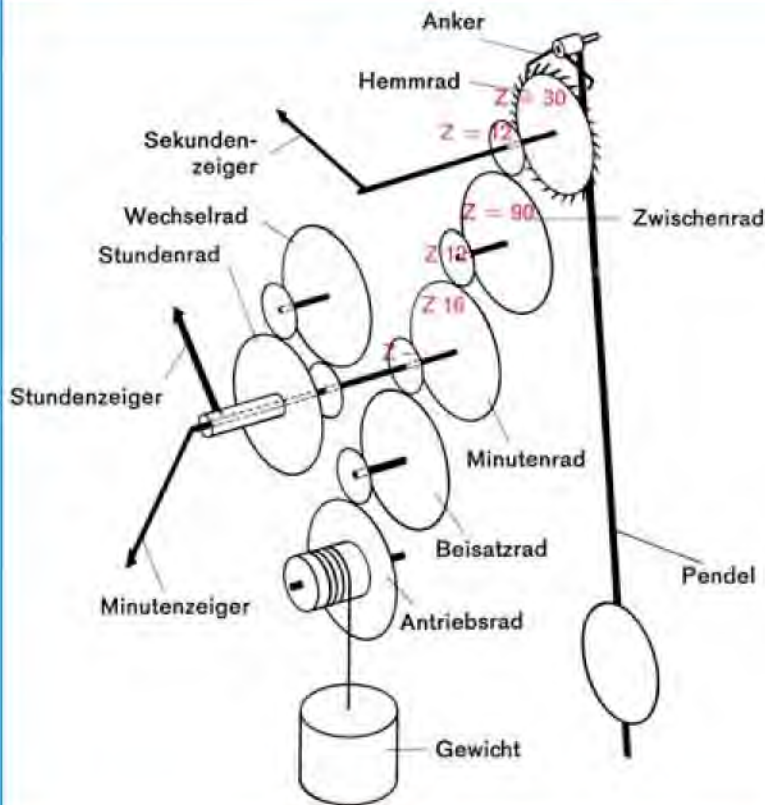
Für die Regelung der Drehzahl der Uhr (= Gang der Uhr) muß man den (praktisch gewichtslosen) Faden durch einen Stab (mit Eigengewicht) ersetzen. Es ist hier nicht der Ort, näher darauf einzugehen, wie man die wirksame Pendellänge eines Uhrenpendels berechnet. Vielleicht macht es Ihnen Spaß, rein experimentell die Schwingungsdauer eines Stangen-Pendels festzustellen und ein Fadenpendel mit derselben Schwingungsdauer zu bauen (Bild 31.2).

Uhrenmodell

Nun verwenden wir die gewonnenen Erkenntnisse zum Bau einer einfachen Pendeluhr. Sie besteht aus dem Gestell, dem Antrieb mit Energiespeicher (Gewicht mit Seiltrommel), dem Räderwerk mit Zeigern und dem eigentlichen Gangregler. Bild 32.1 zeigt das Prinzip einer richtigen Pendeluhr.

Der Hemmregler oder kurz die „Hemmung“ besteht bei der Pendeluhr aus Gangrad, Anker und Pendel. Das Gangrad wird vom Räderwerk aus angetrieben. Der Anker ist fest mit dem Pendel verbunden. Er macht also die schwingende Bewegung des Pendels mit. Die Ankerklauen greifen dabei abwechselnd in die Zähne des Gangrades ein. Eine Klaue gibt einen Zahn des Gangrades erst frei, wenn sich die andere bereits so in die Lücke zwischen 2 Zähnen gelegt hat, daß sich das Gangrad nur um ein kleines Stück weiter





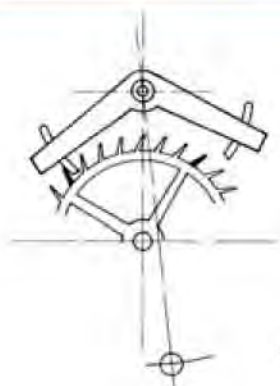
32.1

drehen kann. Die Bilderfolge 33.1 bis 33.6 zeigt diesen Vorgang in 6 Phasen und läßt erkennen, wie bei einer vollen Pendelschwingung (ein Hin- und ein Rückgang) das Gangrad um einen Zahn weiter bewegt wird. Durch die Reibung in der Aufhängung und in der Luft würde das angestoßene Pendel rasch zur Ruhe kommen, wenn es nicht vom Gangrad her immer wieder angestoßen würde (Stellung 33.3 und 33.5).

Zum Bau des Modells

Nun bauen wir ein Funktionsmodell. Bild 35.1 zeigt das fertige Modell, die weiteren Bilder auf Seite 34 bis 36 ermöglichen den leichten Aufbau. Beachten Sie bitte, daß das untere Ritzel Z 10 nicht in der großen Grundplatte, sondern in einer besonderen Halterung gelagert ist (siehe 36.1). Leichter Lauf aller Achsen ist besonders wichtig! Alle Naben sind sehr gut anzuziehen.

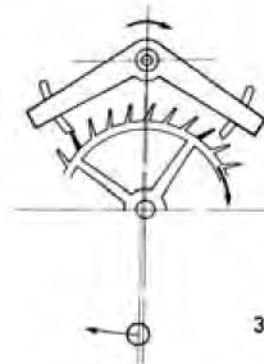
Bild 36.2 zeigt den Hemmregler unseres Pendeluhromodells. Als Klauen dienen hier 2 gleichseitige Winkelsteine, die auf Bausteinen 15 mit roten, runden Zapfen sitzen. Die Bausteine 15 mit schwarzen Zapfen am Baustein 30 mit Loch (Anker) sind etwas nach unten bzw. oben verschoben. Die Teile sind so einzustellen, daß bei der Schwingung des Ankers jeweils nur ein Zahn des Gangrades Z 20 freigegeben wird. Das maßstäbliche Bild 36.2 soll Ihnen diese Einstellung erleichtern. Wird die genannte Bedingung nicht erfüllt, dann „galoppiert“ die Uhr, und es findet keine genaue Regelung statt, oder aber die Uhr läuft überhaupt nicht. Mit etwas Geduld und einigem Probieren läßt sich



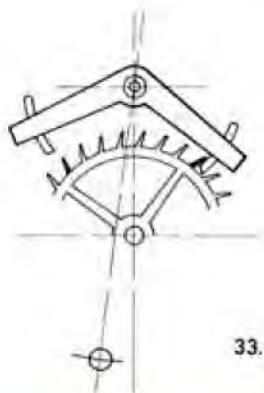
33.1



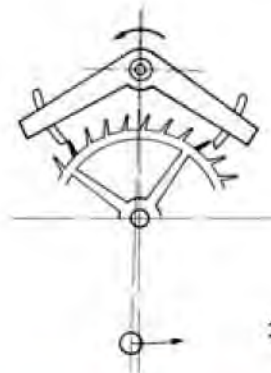
33.2



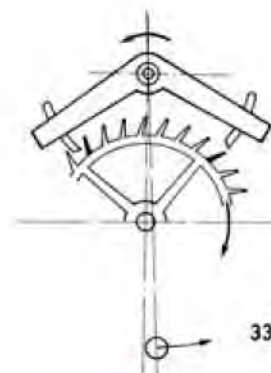
33.3



33.4



33.5



33.6

die richtige Stellung erreichen, und die Uhr wird zufriedenstellend arbeiten.

Notfalls kann man auch durch einseitiges Unterlegen von Pappstreifen unter die Leisten der Grundplatte den Gang der Uhr gleichmäßig gestalten.

Der Zeiger ist direkt auf der Gangradwelle befestigt und läuft verhältnismäßig rasch um (Sekundenzeiger). Die Bewegung eines Minuten- bzw. Stundenzeigers müßte von langsamer laufenden Wellen und mit weiteren Übersetzungsradern abgeleitet werden.

Die Uhr läuft um so langsamer, je länger Sie das Pendel machen. Bei zu langem Pendel funktioniert allerdings die Hemmung nicht mehr einwandfrei, da unser Gangrad ja keine Spezialverzahnung hat. Die im Bild 35.1 zu sehende Pendellänge hat sich als günstig erwiesen. Zum Antrieb dient ein Gewicht von ca. 400 g. Die Schnur wird auf die Seiltrommel aufgewickelt.

Zum Aufziehen wird die Trommel gedreht, wobei man am unteren Zahnrad Z 40 gegenhält. Die Trommel wirkt dabei als Rutschkupplung. Haben Sie die Uhr sehr leichtgängig gebaut, so können Sie das Gewicht auch an eine lose Rolle hängen und dadurch die Laufzeit erhöhen. Zu große Antriebsgewichte ergeben einen zwar sicheren, aber harten Gang der Uhr, wodurch sich die Einstellung der Ankerklauen verändern kann und die Uhr stehenbleibt. Die Pendelschwingungen setzen übrigens nicht sofort im richtigen Takt ein, sondern erst nach Abschluß eines Einschwingvorgangs.

Am besten stellen Sie die Uhr nun auf einen hohen Schrank und beschweren die nach hinten ragenden Leisten (Bausteine 30) mit einem schweren Buch. Ein Zifferblatt gestalten Sie nach eigenen Entwürfen.



34.1
Rückseite
Baustufe 1



35.3
Baustufe 1



35.2 Rückseite



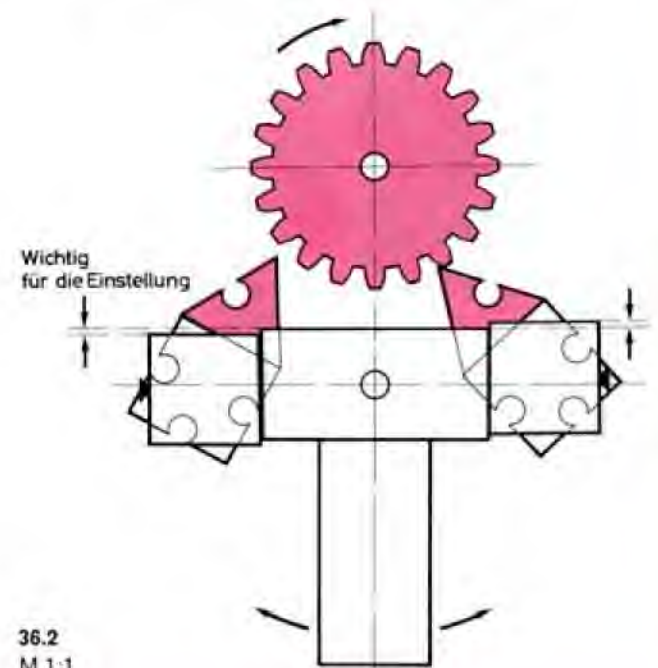
35.1

Wenn Sie sich über die Wirkungsweise der Hemmung klargeworden sind, wird Ihnen auch der Bau des zweiten Pendeluhr-Modells nach den Bildern 37.1 bis 37.3 nicht



36.1 Baustufe 2
Rückseite

schwerfallen und viel Freude bereiten. Zeiger und Zifferblatt können Sie selbst hinzufügen. Die waagerechte Welle bietet sich zur Anbringung des Zeigers an.

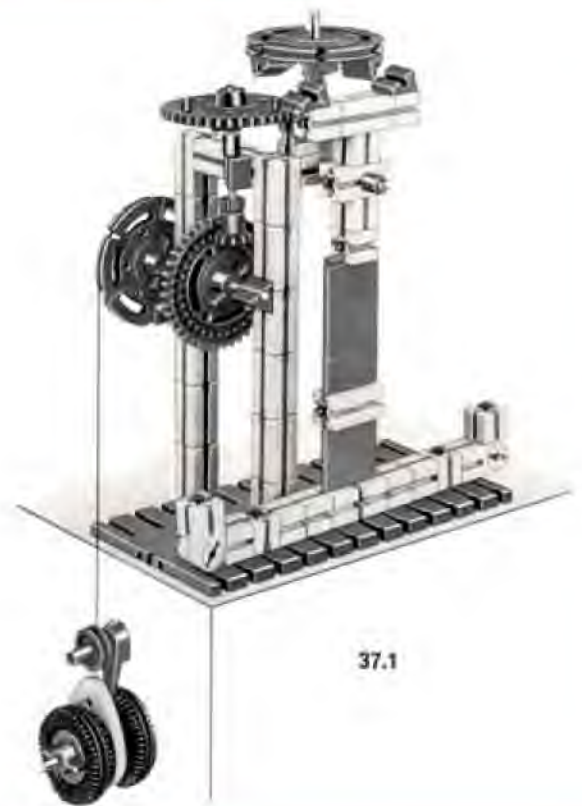




37.2 Rückseite



37.3 Baustufe 1

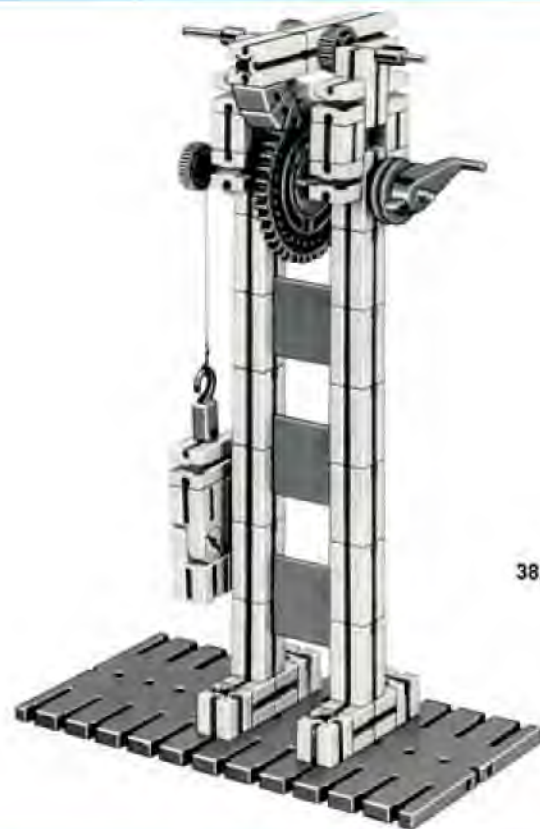


37.1

Die Bilder 38.1 und 38.2 stellen ein weiteres Laufwerk mit einem Energiespeicher und einem Hemmregler dar. Ein besonderes Pendel ist nicht vorhanden, sondern der Anker selbst wirkt als solches. Wegen der kurzen Schwingungsdauer arbeitet die Hemmung sehr rasch, und die Laufzeit ist entsprechend gering. Sie kann durch Verschieben der Winkelsteine am Anker in gewissen Grenzen variiert werden. Vergleichen Sie aber auf jeden Fall einmal die Laufzeiten mit und ohne Hemmregler.



38.2 Hemmanker



38.1