



Pendeluhr CD

Bei der Pendeluhr bewirkt das schwingende Pendel eine Aktion im Uhrwerk, durch die mit Hilfe von Zahnrädern die Zeitanzeige weitergeschaltet wird.

1657 baute Christian Huygens die erste Pendeluhr. Ihr Prinzip beruht auf der gleichmäßigen Schwingung eines Pendels, das als Gangregler für die Uhr genutzt wurde.

Setzt man das Pendel in Bewegung, wird durch die Reibung der Schwung jedesmal weniger. Das Pendel macht immer kleinere Schwünge.

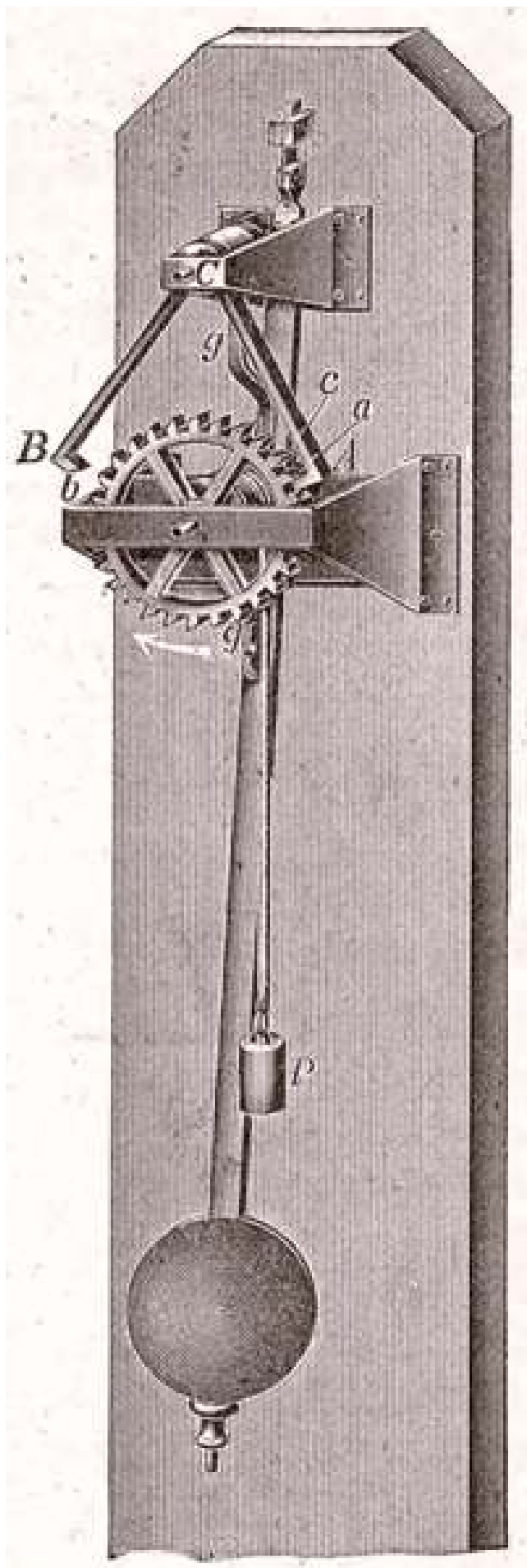
Über ein Gewicht wird die nötige Antriebsenergie gewonnen, damit das Pendel jeweils einen Impuls (Hebung) erhält. So bleibt damit die Schwingung trotz des Energieverlustes aufgrund von Reibung aufrechterhalten.

Das Gleichmaß der Pendelbewegung ist bestimmend für die Ganggenauigkeit der Uhr. Eine reibungsarme Auslösung des Uhrwerks und eine gleichmäßige Impulsübertragung vom Uhrwerk auf das Pendel sind Voraussetzungen für hinreichende Ganggenauigkeit.

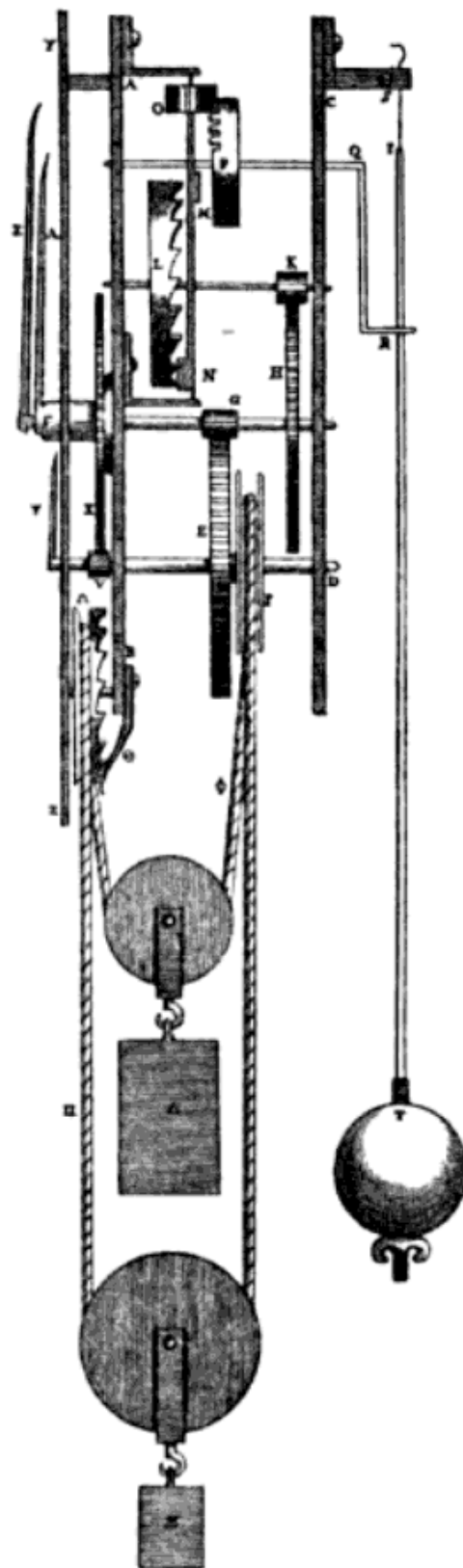
Die Justierung der Schwingungsdauer von Pendeluhren erfolgt durch Verändern der wirksamen Pendellänge. Je länger das Pendel, um so langsamer schwingt es.

Für das Bauen im Unterricht sind Grenzen für den Zeitaufwand und die notwendige Präzision bei der Anfertigung gesetzt. Deshalb zeige ich hier eine Möglichkeit auf, mit möglichst wenig Zeit- und Materialaufwand das Grundprinzip der Pendeluhr mit einer einfachen Antriebshemmung nachzubauen, so dass am Ende auch ein Erfolgserlebnis für die Schüler steht.

Die ersten Pendeluhren in der Originalzeichnung

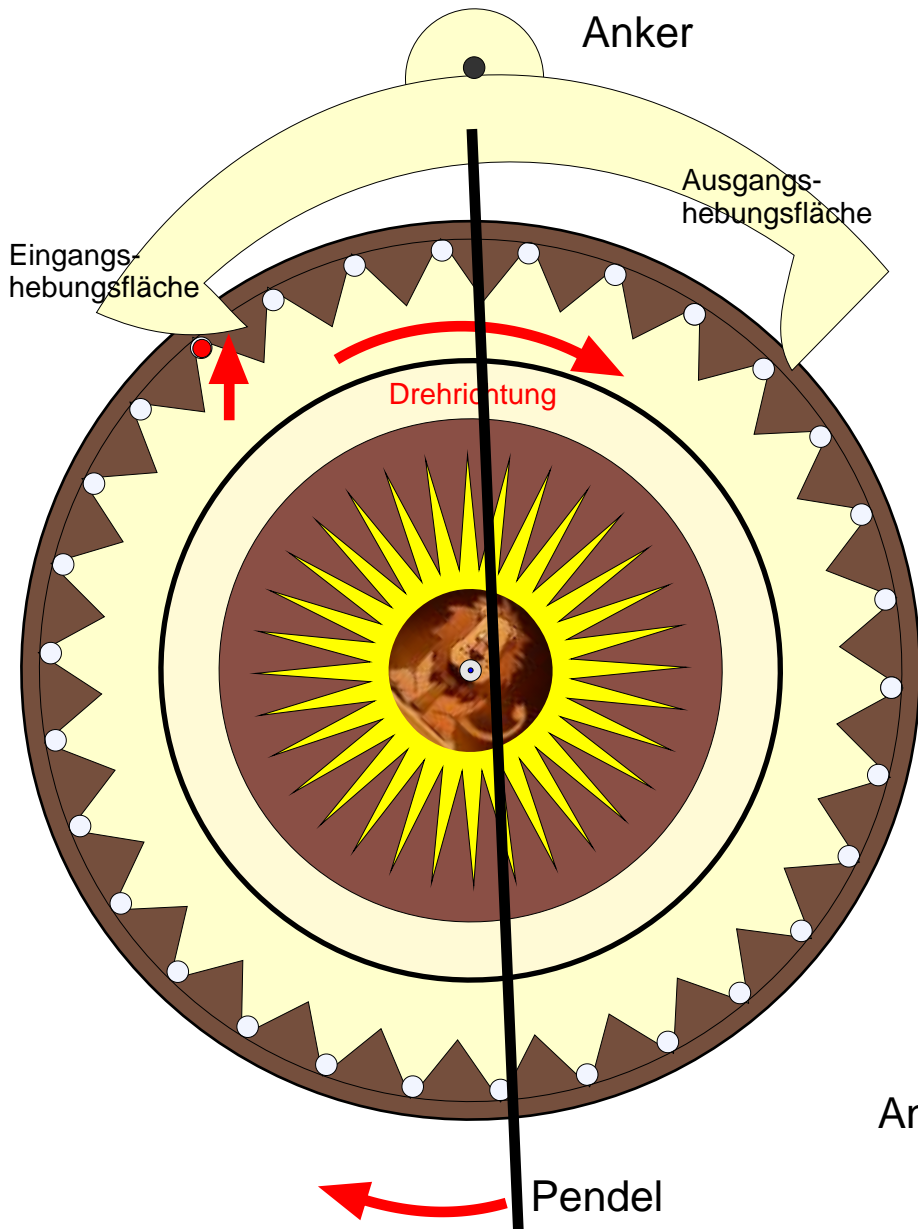


English: Simplified drawing of a pendulum clock, showing the mechanism



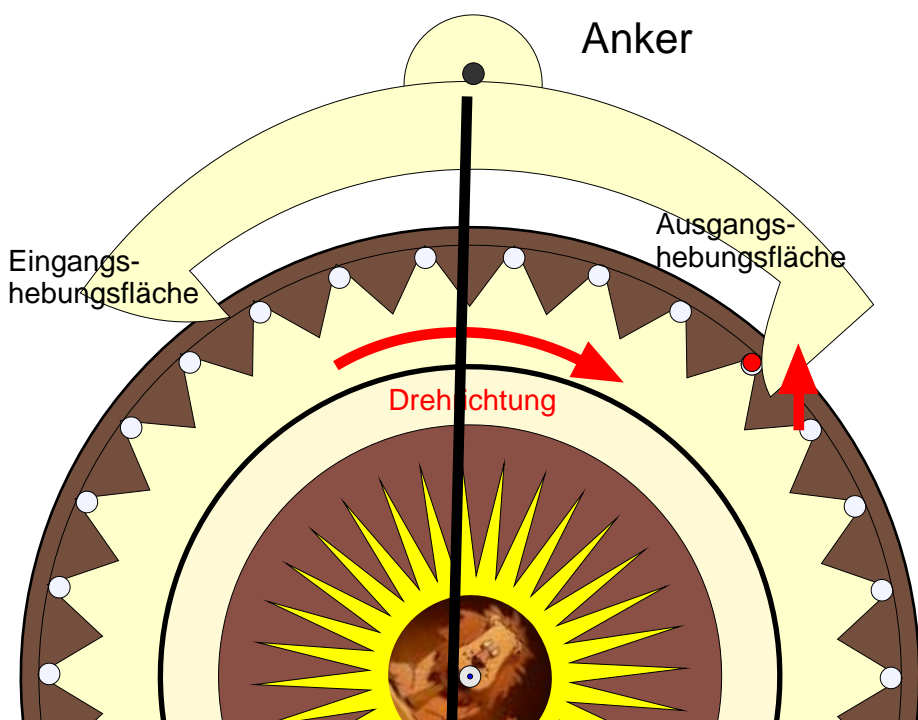
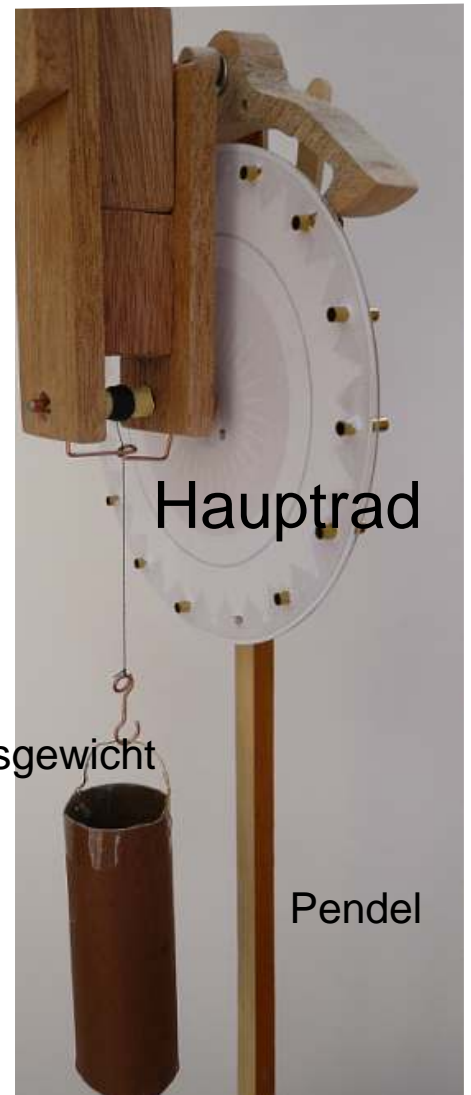
English: The first pendulum clock, invented by Dutch physicist Christiaan Huygens in 1657, and built by clockmaker Saloman Coster. This drawing is from Huygens' 1658 treatise on the clock, *Horologium*. The pendulum was driven by a verge escapement mechanism, so it had a very wide angle of swing compared to modern clocks, perhaps 80° to 90°. The clock was weight-driven, using an ingenious arrangement of two weights linked by a loop of cord. In order to "wind" the clock, the larger weight was simply lifted to the top.

"Gewichtsgetriebene Pendeluhr mit Ankerhemmung"



Das Antriebsgewicht zieht aufgrund der Schwerkraft nach unten, dadurch wird das Haupttrad in Uhrzeigerrichtung gedreht.

Der rote Mitnehmer drückt nach oben auf die etwas schräg geneigte Eingangshhebungsfläche und diese übt einen Impuls auf den Anker aus, so dass er die Pendelbewegung nach links verstärkt.

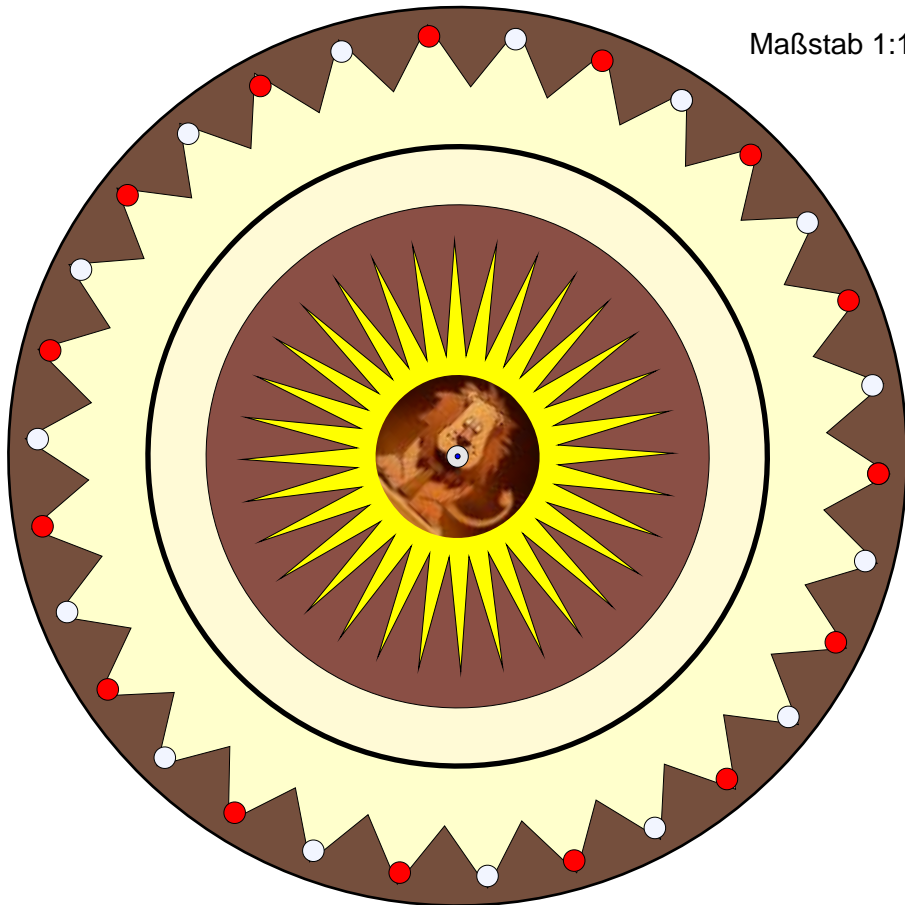


Jetzt blockiert die Ausgangshhebungsfläche das Weiterdrehen des Haupttrades. Der Impuls durch das Gewicht hebt die Ausgangshhebungsfläche. Das Pendel schwingt zurück.

Damit das so reibungslos funktioniert, müssen alle Teile sehr passgenau gearbeitet werden!!!

Anfertigung des Hauptrades

Das Hauptrad hat einen Durchmesser von 120 mm.
Die Druckvorlage wird mit dem Klebestift auf Sperrholz geklebt und
mit der Laubsäge ausgesägt.



Alle Bohrungen mit 3 mm Durchmesser!



Hier habe ich eine CD als Hauptrad verwendet. Weil die CD in der Mitte ein Loch hat, muss vor dem Bohren zunächst eine Holzscheibe aufgebracht werden für die Zentrumsbohrung.

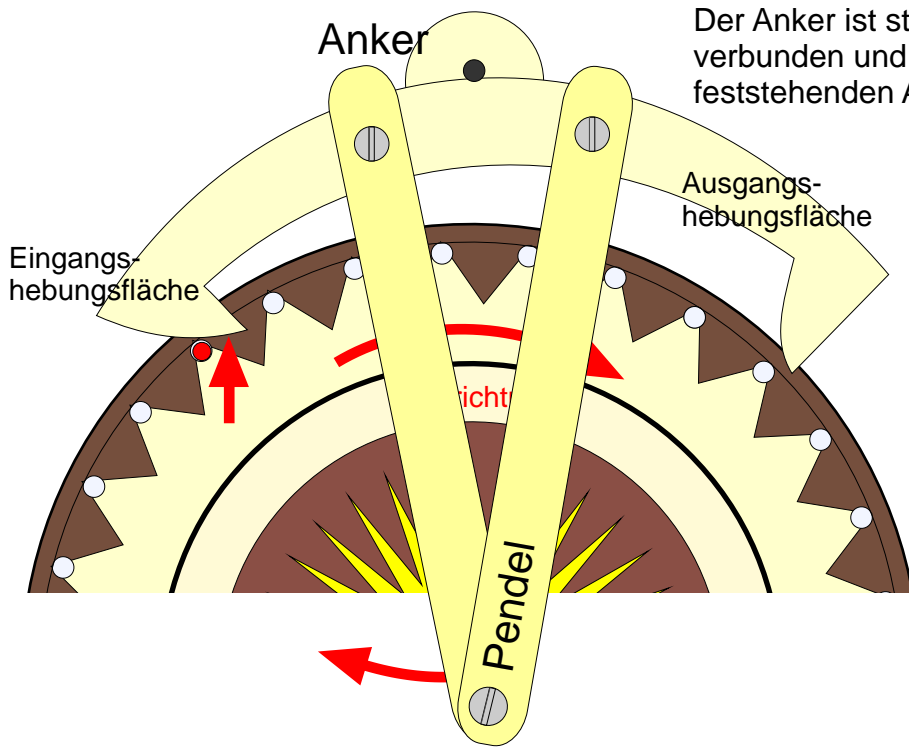
Achtung: Das Bohrloch mit 3 mm für die Mittelbohrung und die Sickenröhrchen müssen möglichst exakt sein!

Nachdem die Mittelbohrung erfolgt ist, wird das Hauptrad mit der Mittelbohrung auf dem Bohrtisch der Ständerbohrmaschine drehbar in einer Bohrunterlage gelagert.
Jede zweite Markierung (rot) wird dann nach Drehung des Hauptrades gebohrt.
Dadurch wird sichergestellt, dass alle Bohrlöcher im gleichen Abstand zum Mittelpunkt des Hauptrades liegen.

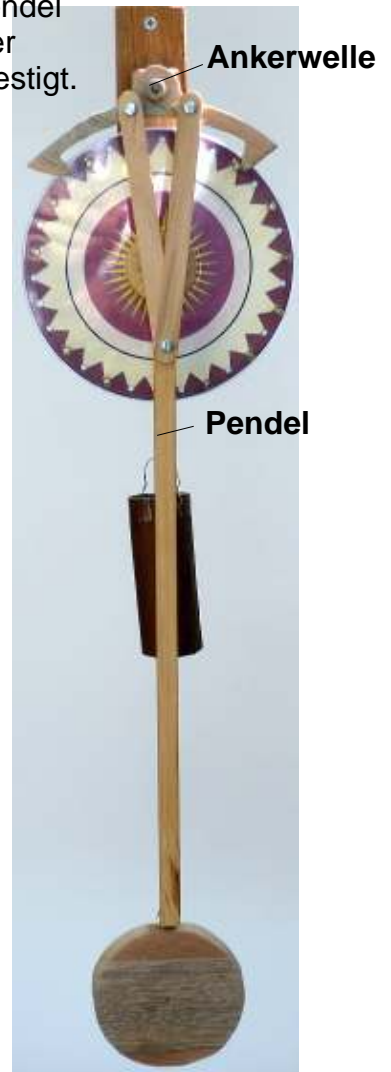


15 Sickenröhrchen werden dann senkrecht in die Bohrungen gesteckt.

Anfertigung des Ankers und Pendels

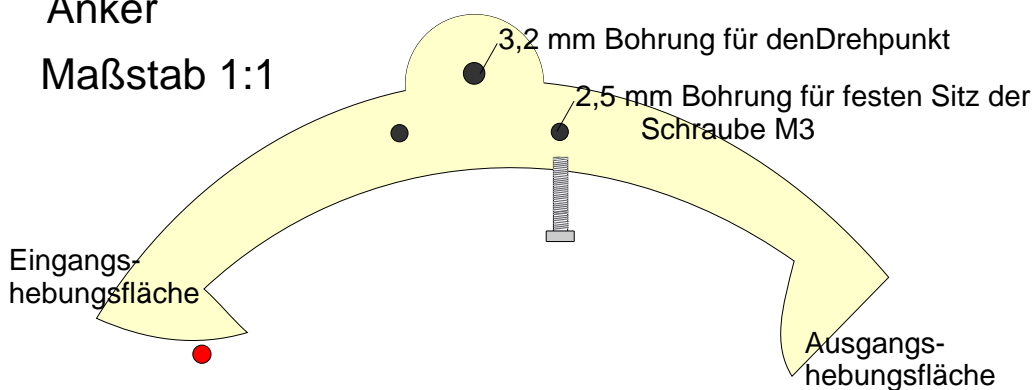


Der Anker ist starr mit dem Pendel verbunden und drehbar auf der feststehenden Ankerwelle befestigt.



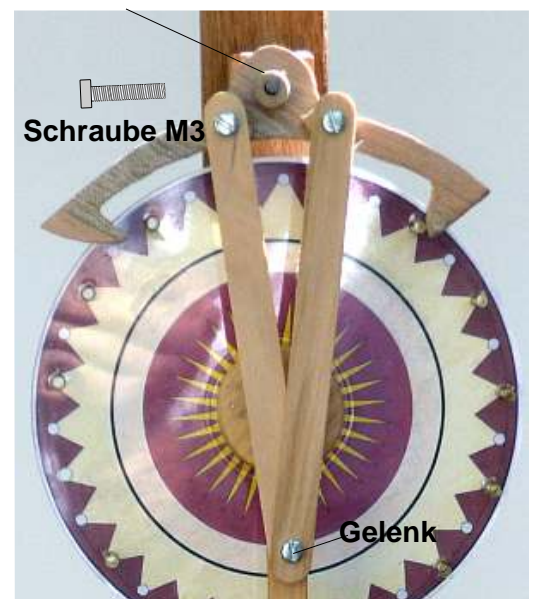
Anker

Maßstab 1:1



Der Anker mit einer Bohrung 3,2 mm dreht sich locker auf der Welle mit 3 mm Durchmesser

Der Anker wird aus einer Sperrholzplatte (4-6 mm) oder aus stärkerem Vollholz (wie im Foto rechts) ausgesägt. Dazu einfach die Druckvorlage mit Klebestift auf das Holz aufkleben. Zuerst senkrecht bohren mit 3,2 mm, dann mit 2,5 mm für die Aufnahme der Schrauben M3 zur Befestigung des Pendels. Verwendet man dünnes Sperrholz verstärkt man vorher den Drehpunkt, so dass eine ausreichende Führung auf der 3 mm-Welle voranden ist.
Achtung: Besonders genau zu sägen (und feilen) sind die Hebungsflächen!

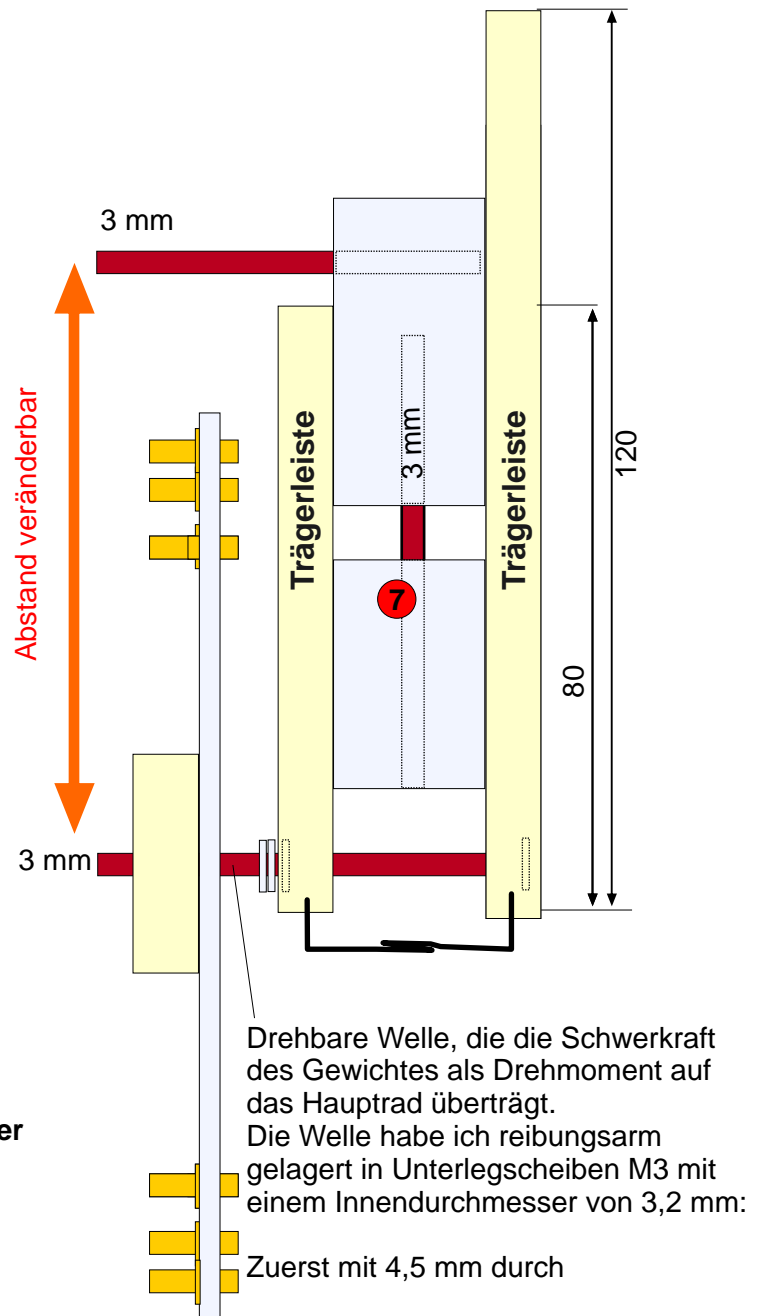
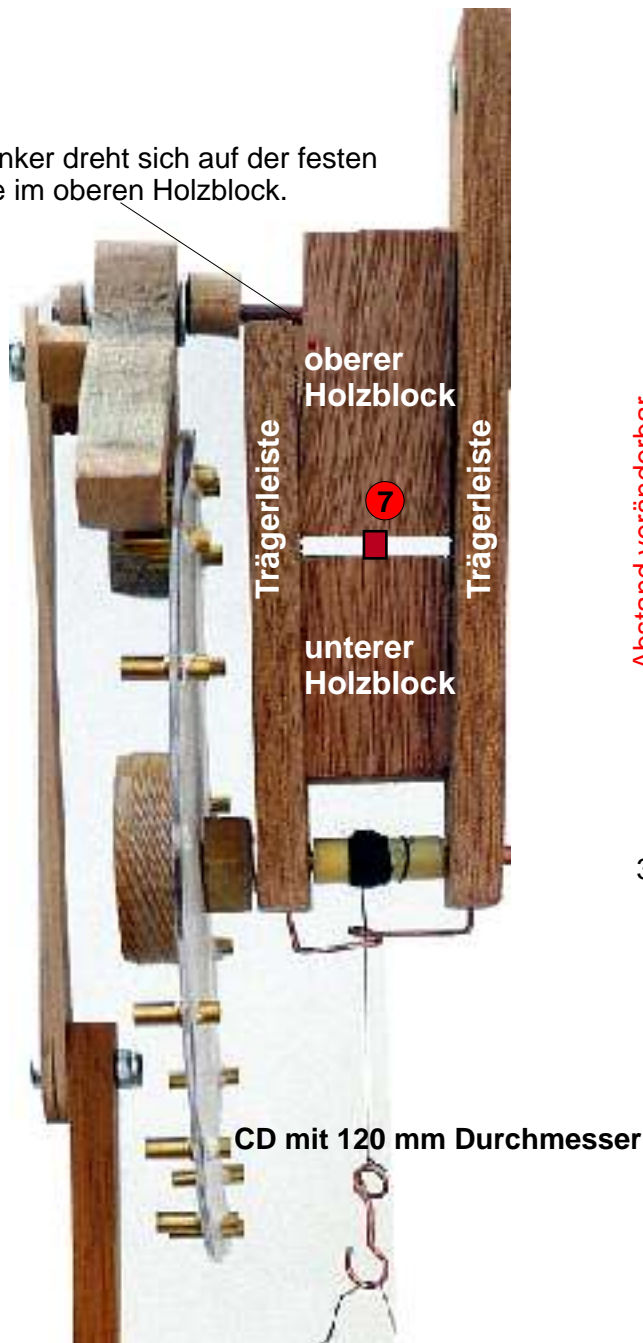


Das Gelenk im Pendel ermöglicht nachträgliche Korrekturen am Pendel.

Für die Befestigung des Pendels am Anker habe ich hier 2 Holzspatel verwendet.
Länge des Pendels und Gewicht können unterschiedlich gewählt werden: Ausprobieren, wie es am zuverlässigsten schwingt.

Zusammenbau der Teile

Der Anker dreht sich auf der festen Achse im oberen Holzblock.

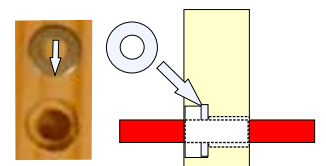


Da der Abstand der beiden Achsen ganz genau eingestellt werden muss, habe ich den oberen Holzblock mit der festen Achse für den Anker verschiebbar angeordnet:

- 1) Oberer und unterer Holzblock werden noch als zusammenhängendes Teil von ca. 70 mm mittig mit 3 mm durchbohrt.
- 2) Oberer und unterer Holzblock werden zersägt.
- 3) Der untere Holzblock wird zwischen die Trägerleisten eingeleimt.
- 4) Beide Trägerleisten werden unten mittig (senkrecht) mit 4,5 mm durchbohrt.
- 5) Diese Bohrung wird von außen beidseitig mit 6,5 mm vertieft (ca 3 mm)
- 6) In diese Vertiefung wird jeweils eine Unterlegscheibe M3 hineingedrückt.

- 7** Der obere Holzblock und der untere Holzblock werden jetzt mit einem Stück Draht 3 mm verschiebbar verbunden

Unterlegscheibe M3



Justieren der Teile, Probelauf



Damit das Gewicht eine größere Wirkung ausübt, habe ich die Achse etwas mit Kreppband umwickelt. Die Schnur wird durch eine Führung besser aufgewickelt.

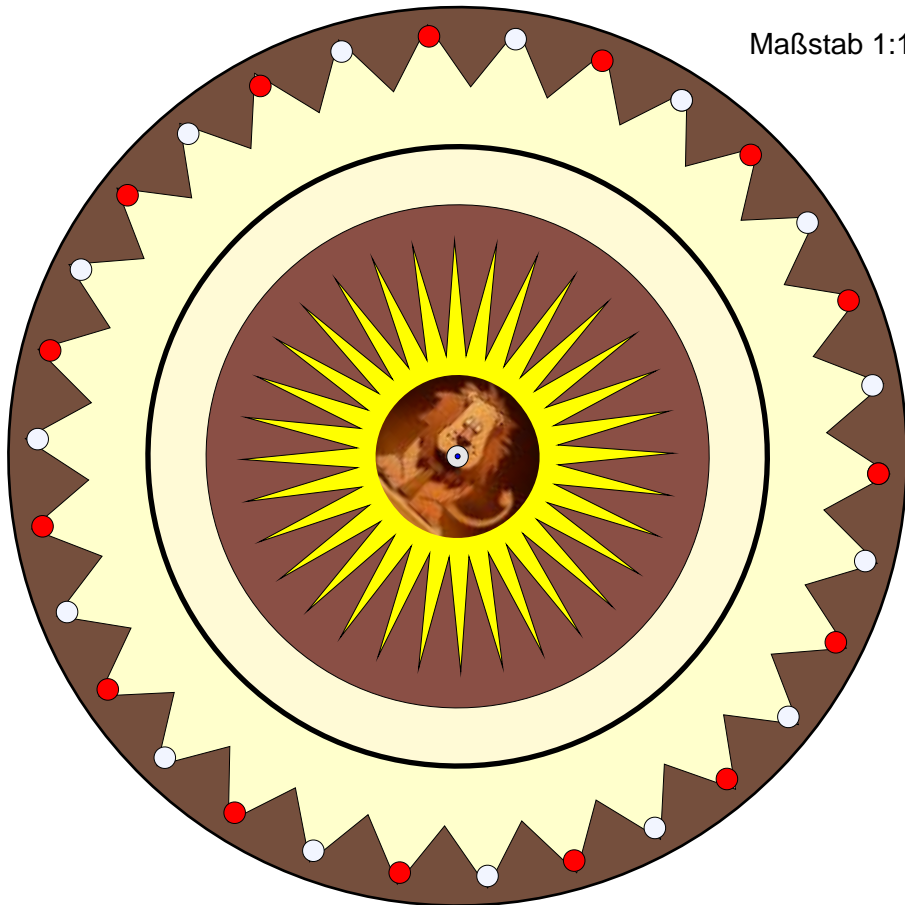
Jetzt muss der Abstand zwischen den Achsen so eingestellt werden, der Anker das Ablaufen des Gewichtes am Hauptrad jeweils im Pendelschlag unterbricht.

Variiere die Pendellänge und das Gewicht.
Verändere die Pendelausrichtung zum Anker so, dass beide Ankerenden richtig stehen.





Vorlage im Maßstab 1:1 ausdrucken



Maßstab 1:1

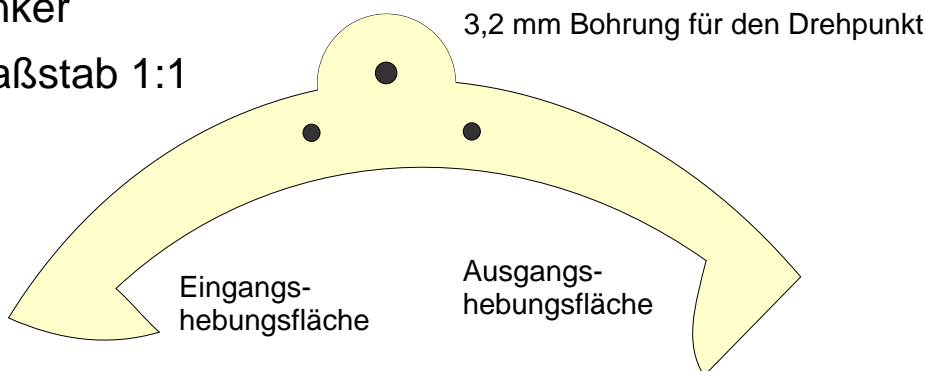
auf Sperrholz aufkleben,
Mitrrung 3 mm

Der Anker wird aus einer Sperrholzplatte (4-6 mm) oder aus stärkerem Vollholz (wie im Foto rechts) ausgesägt.
Dazu einfach diesen Druck mit Klebestift auf das Holz aufkleben. Verwendet man dünnes Sperrholz verstärkt man vorher den Drehpunkt, so dass eine ausreichende Führung auf der 3 mm-Welle voranden ist.

Dann mit der Mittelbohrung auf einer Holzunterlage auf der Ständerbohrmaschine drehbar lagern und die roten Löcher mit 3 mm bohren.

Anker

Maßstab 1:1



3,2 mm Bohrung für den Drehpunkt

Eingangs-
hebungsfläche

Ausgangs-
hebungsfläche

Der Anker wird aus einer Sperrholzplatte (4-6 mm) oder aus stärkerem Vollholz (wie im Foto rechts) ausgesägt.
Dazu einfach die Druckvorlage mit Klebestift auf das Holz aufkleben. Zuerst senkrecht bohren mit 3,2 mm, dann mit 2,5 mm für die Aufnahme der Schrauben M3 zur Befestigung des Pendels. Verwendet man dünnes Sperrholz verstärkt man vorher den Drehpunkt, so dass eine ausreichende Führung auf der 3 mm-Welle voranden ist.
Achtung: Besonders genau zu sägen (und feilen) sind die Hebungsflächen!