

Wobbler, Torkler oder Zwei-Scheiben-Roller

Christian Ucke, Hans-Joachim Schlichting

Neben der Kugel und dem Zylinder gibt es weitere Objekte, die beim Rollen einen konstanten Abstand des Schwerpunktes von der Unterlage beibehalten. Sie haben zwar keine unmittelbare Nutzenanwendung, regen aber zum Nachbau und zu allerlei mathematisch-physikalisch-ästhetischen Betrachtungen an.

Der Schwerpunkt eines homogenen Zylinders, der eine schiefe Ebene hinunterrollt, behält einen konstanten Abstand von der Ebene. Für eine Kugel trifft das natürlich auch zu. Weitere Objekte mit dieser Eigenschaft sind die sogenannten Zwei-Scheiben-Roller. Sie sind einfach selbst zu bauen und es gibt sie auch zu kaufen [1] (Abbildung 1).

Der einfachste Zwei-Scheiben-Roller besteht aus zwei Halbkreisscheiben, die senkrecht zueinander an den Kreismittelpunkten miteinander verbunden werden. Dem in Abbildung 1c wiedergegebenen Objekt „Go-On“ liegt diese Konstruktion zugrunde. Aus kreisrunden Bierfilzen („Bierdeckelphysik“) läßt sich solch ein Roller herstellen. Dabei macht man sich in Restaurants allerdings leicht unbeliebt. Stabileres Bastelmaterial ist Sperrholz; von der Trägheit der rollenden Objekte her ist Metall ein günstiger Werkstoff.

Schon bei einer nur schwach geneigten Ebene rollt ein Zwei-Scheiben-Roller wegen der Konstanz des Schwerpunktabstandes vom Untergrund leicht los. Ist r der Radius der Scheibe, befindet sich der Schwerpunkt in einer Höhe von $r/\sqrt{2}$ über der Ebene. Er bewegt sich allerdings nicht auf einer geraden Linie, sondern in einer etwas torkelnd-tau-

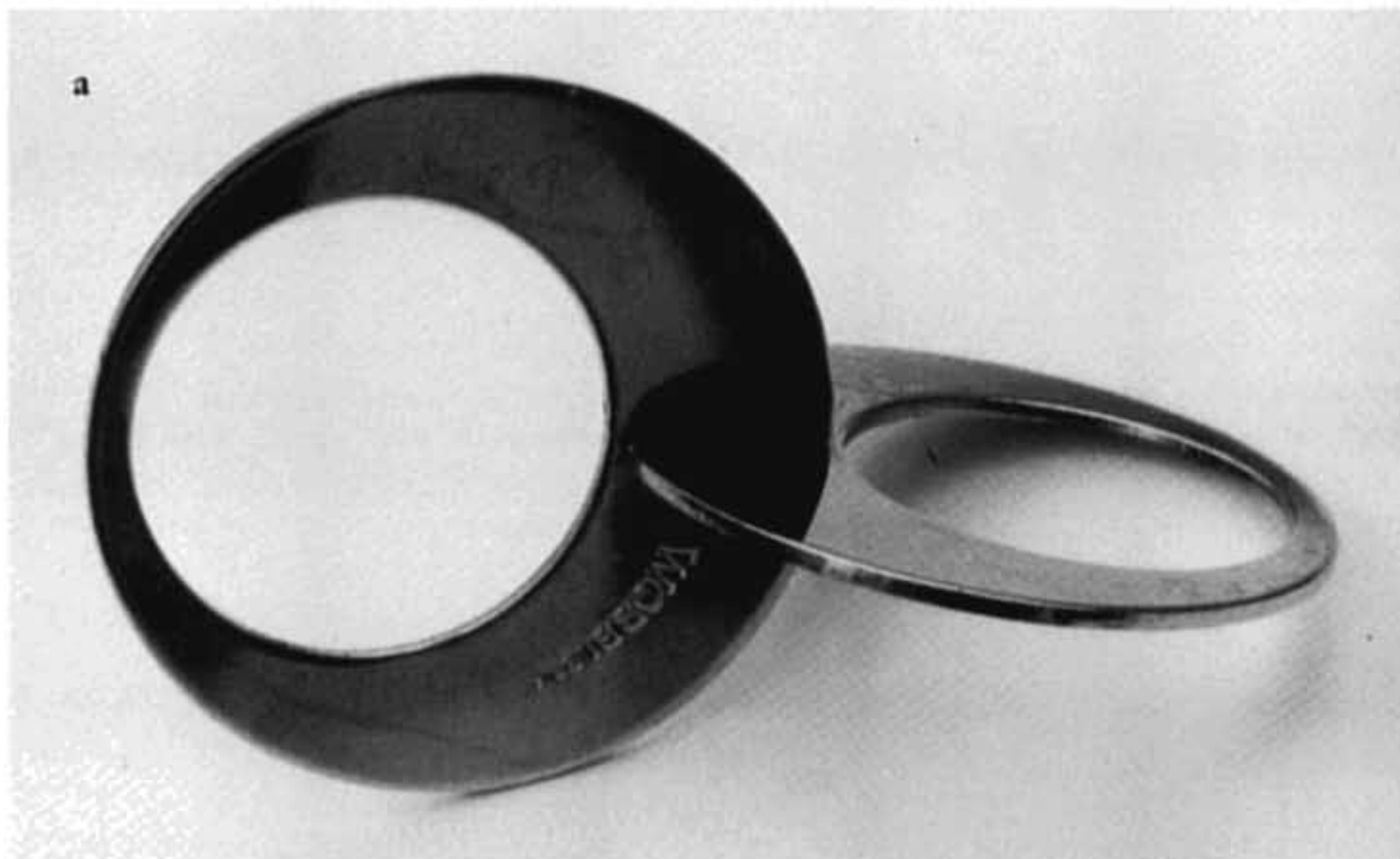
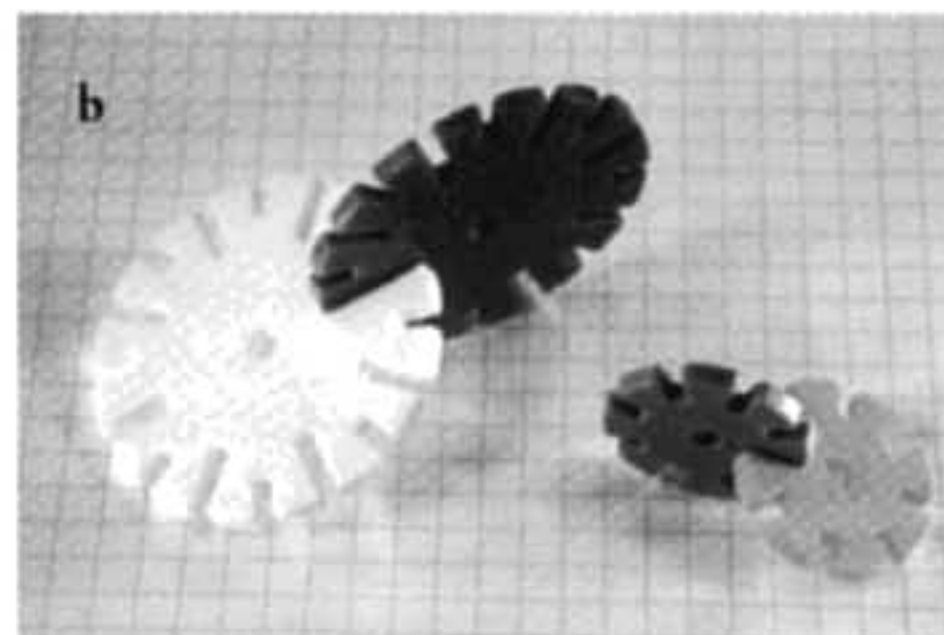


Abb. 1. Kommerziell erhältliche Zwei-Scheiben-Roller. (a) Wobbler. Er stammt von dem englischen Künstler R. Flowerday. Die Öffnungen in den metallenen Kreisscheiben sind für die Funktion unerheblich.



Die eingeschnittenen Kunststoffscheiben (b) entstammen einem Konstruktionssteckspiel namens Rondi und werden seit über 40 Jahren von der Firma Simex produziert.

melnden Weise auf einer ungefähr aus Drittelkreisbogen zusammengesetzten Schlangenlinie. Es ist mathematisch noch einfach, diese Bewegungslinie zu ermitteln. Da der Schwerpunkt beim Hinunterrollen dauernd hin und her beschleunigt wird, handelt es sich auch in der direkten Falllinie – nach Beendigung der Anfangsbeschleunigungsphase – um eine ungleichmäßige, periodisch beschleunigte

und verzögerte Bewegung.

Während es bei diesem ersten Zwei-Scheiben-Roller noch ziemlich einsichtig ist, daß der Schwerpunktabstand von der Ebene konstant bleibt, ist das bei dem zweiten derartigen Roller nur durch längere Rechnung zu beweisen [2]. Schiebt man zwei ganze Kreisscheiben senkrecht zueinander ineinander, wobei ihre Mittelpunkte einen Abstand $a = \sqrt{2} \cdot r$ aufweisen müssen, bleibt der Schwerpunktabstand beim Hinunterrollen auf einer schiefer Ebene ebenfalls konstant. Der Schwerpunktabstand ist im übrigen genauso groß wie bei dem ersten Roller. Den in Abbildung 1 gezeigten Objekten auf dieser Seite liegt diese Konstruktion zugrunde. Die Bewegungslinie des Schwerpunkts ist nur noch mit größerem mathematischem Aufwand zu ermitteln.

Die Zwei-Scheiben-Roller liegen immer auf

zwei Punkten auf. Läßt man einen Zwei-Scheiben-Roller eine ganze Drehung auf Papier abrollen, markiert die Abrolllinien und schneidet die entstehende Figur aus, kann man sich einen ästhetisch ansprechenden Hüllkörper zusammenkleben (Abbildung 2). Die mathematische Behandlung solcher abwickelbarer Flächen (Verbindungstorsen zweier Kreise) wird in der Differentialgeometrie durchgeführt und kann hier nicht vertieft werden. Nicht nur mit Kreisen, auch mit Ellipsen lassen sich Zwei-Scheiben-Roller realisieren. Weitere Möglichkeiten sind uns nicht bekannt. Zwei-Scheiben-Roller sind sehr einfach zu konstruieren. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß sie schon lange bekannt sind, besonders auch im künstlerischen Bereich. Hinweise hierzu würden uns sehr interessieren.

An dieser Stelle soll eine Arbeit von Paul Schatz erwähnt werden, der sich mit ganz ähnlichen Körpern befaßt [3] und sie Oloide genannt hat. Er betrachtete allerdings gerade nicht die Eigenschaft des konstant bleibenden Schwerpunktabstandes beim Abrollen, sondern kam von anthroposophisch begründeten Geometrieüberlegungen her und hatte darüber hinaus unter anderem eine Anwendung in der Gewässersanierung im Blick.

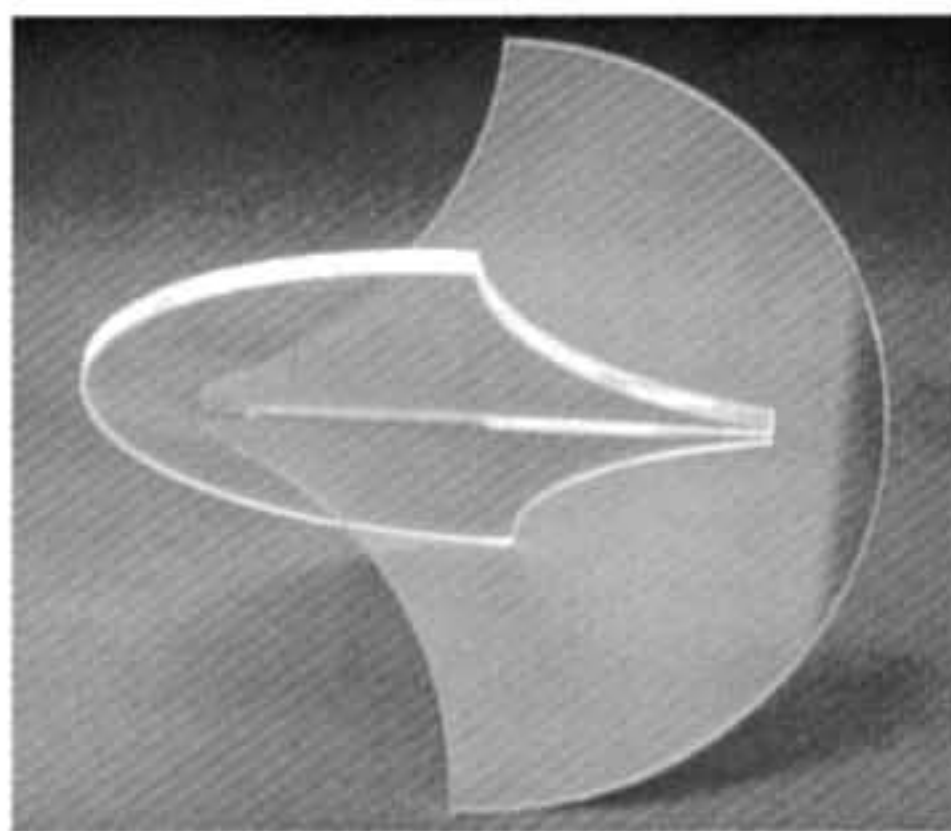


Abb. 1 c. Go-On. Er wurde von dem Schweizer R. Hergert entworfen und ist aus LISA (lichtsammelnder Kunststoff) gefertigt, was ihm eine zusätzliche ästhetische Note verleiht.

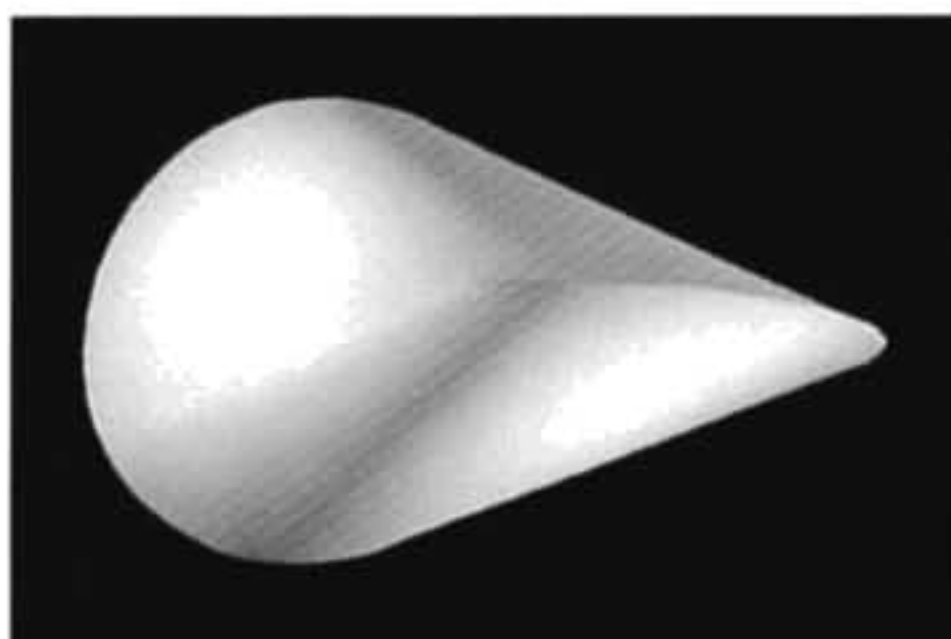


Abb. 2. Bei diesem Modell umhüllt die auf Papier abgewickelte Fläche einen Zwei-Scheiben-Roller Nr. 2 (siehe „Baukasten“).

Literatur und Bezugsquellen

[1] Wobbler: Physik-Boutique, Stark-Verlag, D-85318 Freising; Go-On: Galerie AHA, Spiegelgasse 14, CH-8001 Zürich; Rondi oder Super-Rondi: einschlägige Spielwarengeschäfte.

[2] A. T. Stewart, American Journal of Physics 34, 166 (1966).

[3] Paul Schatz, Rhythmusforschung und Technik, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart 1975.

Anschriften:

Dr. Christian Ucke, Physikdepartment E20, Technische Universität München, 85747 Garching.

Prof. Dr. Hans-Joachim Schlichting, FB Physik, Universität GH, Universitätsstr. 5, 45117 Essen.

Baukasten

Zwei-Scheiben-Roller Nr. 1

Folgende Konstruktion (Bierdeckel) hat sich bei hinreichend flachen Scheiben bewährt.

Schneiden Sie mit einem scharfen Bastelmesser aneinanderstoßende Sekanten zweier Viertelkreise weg. Vom Eckpunkt des rechten Winkels bis zum Mittelpunkt des Kreises wird ein Schlitz so breit eingeschnitten, wie die Scheibe dick ist. Zwei solche Gebilde kann man an den Schlitz in einander schieben. Mit einem geeigneten Kleber lassen sich die beiden Scheiben senkrecht zueinander stabilisieren.

Zwei-Scheiben-Roller Nr. 2

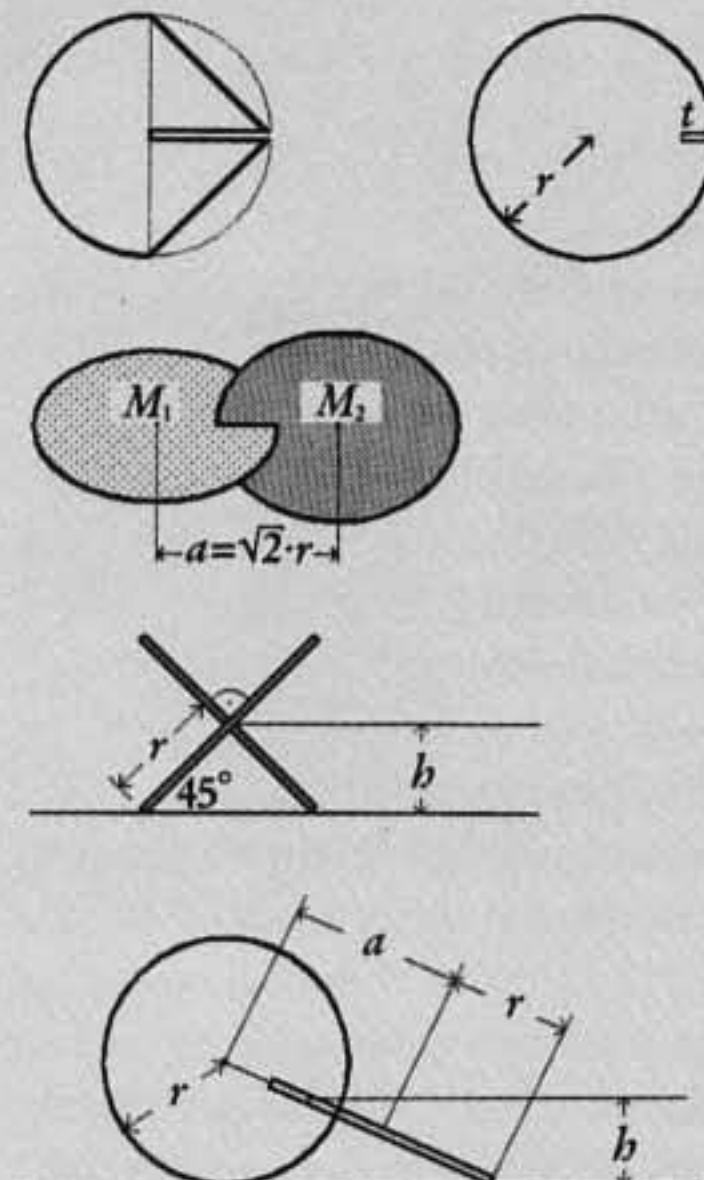
Schneiden Sie mit einem Messer einen Schlitz bis zu einer Tiefe von

$$t = r - \frac{a}{2} = r \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0,293 \cdot r$$

und einer Schlitzbreite, die gleich der Dicke der Scheiben entspricht, in beide Kreisschei-

ben und schieben Sie sie an den Schlitz senkrecht zueinander zusammen. Es entsteht das wiedergegebene Zwei-Scheiben-Gebilde. Variiert man den Abstand a bei konstant bleibendem Radius, bleibt der Schwerpunktabstand von der Ebene beim Rollen nicht mehr konstant. Die Variation von a ergibt allerdings nur eine ziemlich geringe Veränderung des Schwerpunktabstandes, so daß der Zusammenbau der zwei Scheiben relativ unkritisch ist. Die Rondi-Kunststoff-Steckscheiben lassen sich von ihrer Konstruktion her ziemlich genau im richtigen Abstand zusammenfügen.

Aus zwei ausgezeichneten Positionen läßt sich die Beziehung $a = \sqrt{2} \cdot r$ plausibel machen. Einmal betrachte man die unter 45° stehenden Scheiben, zum anderen die Lage, wenn eine Scheibe senkrecht steht. Die Höhe b ergibt sich aus dem rechtwinkligen Dreieck unterhalb des Mittelpunktes der ersten Position zu $b = r/\sqrt{2}$. Dies gilt übrigens in gleicher Weise für den Zwei-Scheiben-Roller Nr. 1.



Aus den geometrischen Beziehungen der anderen Position ergibt sich dann, daß nur mit dem angegebenen Abstand a die Höhe b gleich ist.