

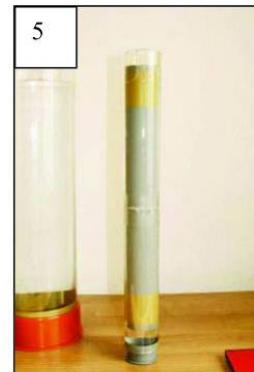
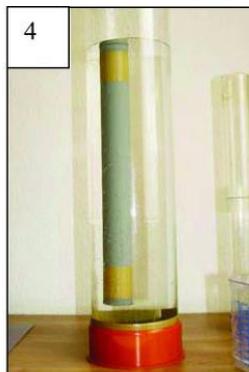
2. Die Erweiterung des archimedischen Prinzips



Abbildung 3: Größenvergleich zwischen den Gefäßen und dem Körper
großes Gefäß (8 Liter Wasser), kleines Gefäß (400 ml Wasser), Körper 562 g

2.1 Schwebезustand und meine 1. Behauptung

Abbildung 4-5: Vergleich
Schwebезustand
Der Körper (Masse 562 g)
schwebt im großen Gefäß
(8 Liter Wasser) und auch im
kleinen Gefäß (400 ml Wasser)



Meine 1. Behauptung

Ein Körper erhält beim Einsinken in eine Flüssigkeit bereits seinen maximalen Auftrieb, selbst wenn seine Gewichtskraft größer ist als die Gewichtskraft des verdrängten Wassers.

Ein enges Gefäß ist ein Gefäß, in dem die darin befindliche Flüssigkeit weniger Volumen hat als der im engen Gefäß befindliche Körper.

Meine 1. Behauptung widerspricht dem archimedischen Prinzip, entnommen dem Buch von Liebers¹:

„Die Auftriebskraft F_A , die auf einen Körper in einer Flüssigkeit wirkt, ist gleich der Gewichtskraft F_G der vom Körper verdrängten Flüssigkeit.“

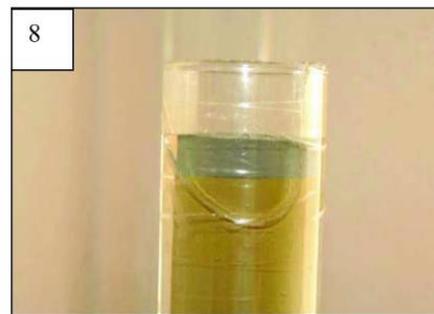
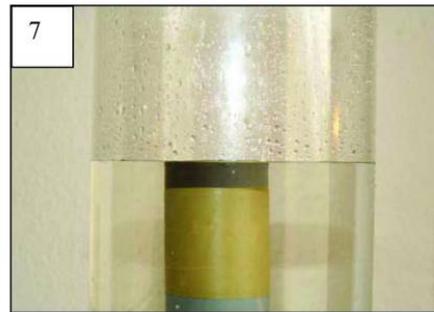
Beweis für meine 1. Behauptung

Das kleine Gefäß im rechten Bild (Abbildung 5, Seite 3) enthält den schwebenden Körper. Weil der Körper schwebt, muss die auf ihn wirkende Auftriebskraft gleich seiner Gewichtskraft sein. Die Masse vom Körper beträgt 562 g, die des Wassers nur 400 g. Somit ist seine Gewichtskraft größer als die des Wassers und seine Auftriebskraft ist größer als die Gewichtskraft des verdrängten Wassers.

Laut Wetterspiegel² hatte der Luftdruck am 06.09.2010 um 13 Uhr 1022,8 hPa (NN) in Magdeburg. Die Dichte von Wasser beträgt bei diesem Luftdruck und einer Temperatur von 20 °C ca. $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und somit sind 400 ml Wasser ca. 400 g Masse.

¹ Liebers, K. : *Physik, Sekundarstufe 1, Optik, Mechanik, Thermodynamik, Elektrizitätslehre*, Volk und Wissen Verlag GmbH, Berlin, 1997, S. 132

² <http://www.wetterspiegel.de/de/europa/deutschland/sachsen-anhalt/14658w103610x23.html> (Abruf am 06.09.2010)



Das Abmessen der Wassermenge für das kleine Gefäß

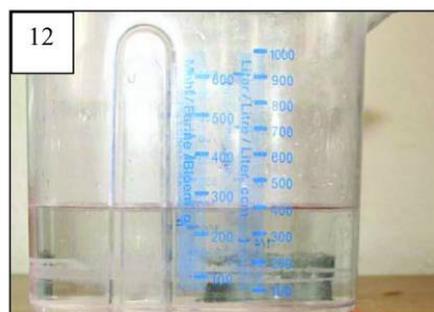
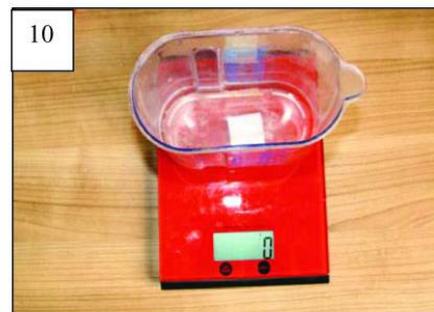


Abbildung 6: Körper und die in ihm enthaltenen Massestücke

Abbildung 7-8: Der schwebende Körper

Abbildung 9-12: Das Abmessen der Wassermenge für das kleine Gefäß

2.2 Absinken und meine 2. Behauptung

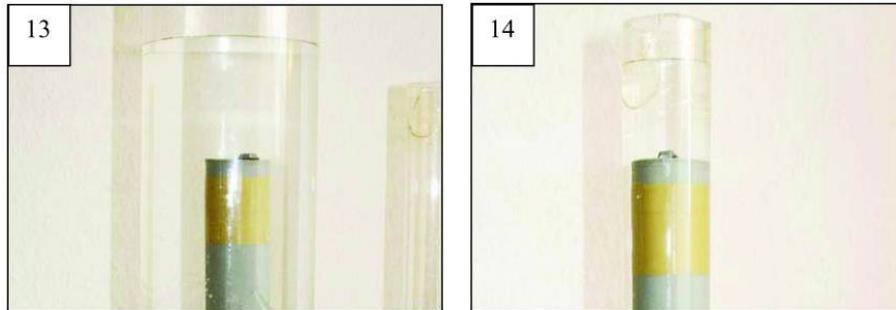


Abbildung 13-14: Absinken im großen und kleinen Gefäß

Durch das Hinzufügen von weiteren 5 g sinkt der Körper in beiden Gefäß schnell (Zeit < 1 Sekunde).

Meine 2. Behauptung

Wenn ein beliebig gestalteter Körper in eine Flüssigkeit einsinkt, so kann dies geschehen, ohne dass ein gleiches Volumen der Flüssigkeit gehoben wird. In engen Gefäßen wird durch den einsinkenden Körper weniger Flüssigkeit gehoben.

Ein enges Gefäß ist ein Gefäß, in dem die darin befindliche Flüssigkeit weniger Volumen hat als der im engen Gefäß befindliche Körper.

Meine 2. Behauptung widerspricht folgender Aussage aus dem Buch von Spies³:

„Wenn ein beliebig gestalteter Körper in eine Flüssigkeit einsinkt, so kann dies nicht geschehen, ohne dass ein gleiches Volumen der Flüssigkeit gehoben wird.“

Der Beweis für meine 2. Behauptung

Das kleine Gefäß im rechten Bild (Abbildung 14) enthält genau 400 ml Wasser. Somit werden maximal 400 ml Wasser verdrängt, wenn der Körper einsinkt. Das Wasser hat weniger Volumen als der Körper ($V = 562 \text{ cm}^3$). Somit ist das Volumen des verdrängten Wassers kleiner als das Volumen des Körpers. Das Volumen des Körpers beträgt 562 cm^3 , weil er mit einer Masse von 562 g im großen Gefäß schwebt. Auch die Überlaufmethode ergibt bei mehrmaliger Messung ein Volumen von 562 cm^3 .

³ Jochmann, E., Hermes, O., Spies, P.: *Grundriss der Experimentalphysik*, Achtzehnte Auflage, Verlag von Winkelmann und Söhne, Berlin, 1914, S. 81

2.3 Das Volumen des Körpers - Überlaufmethode

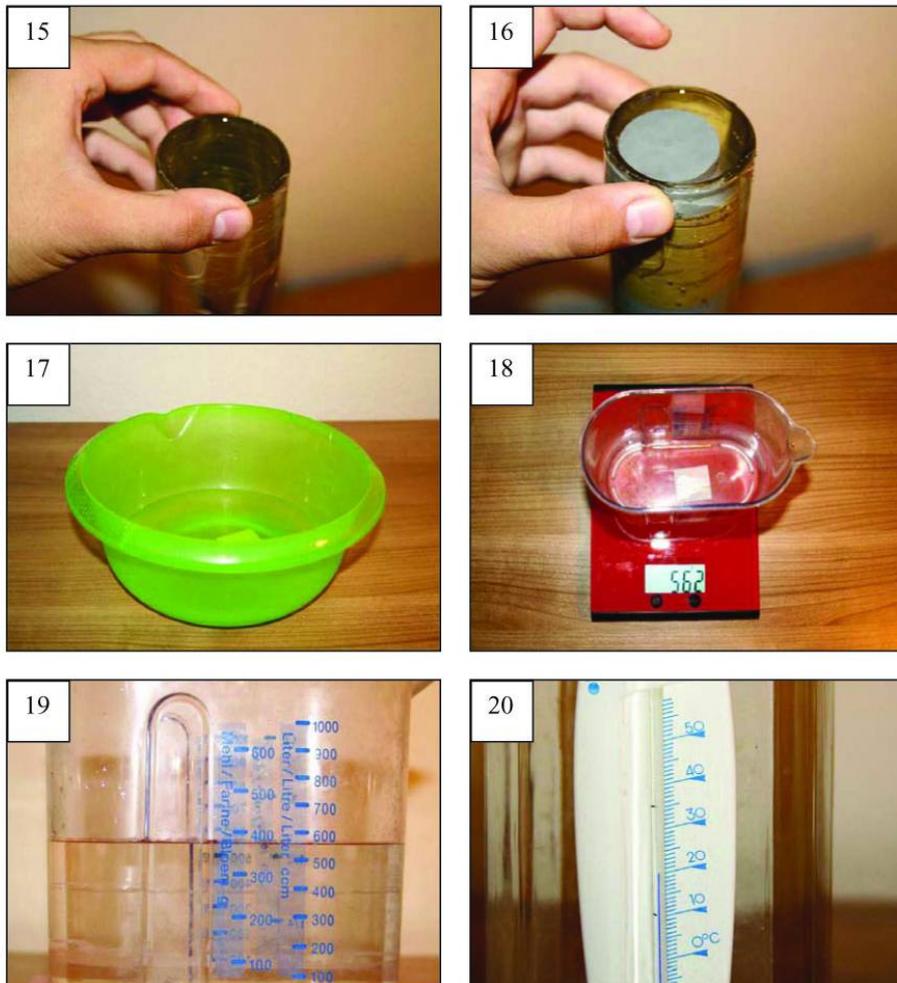


Abbildung 15-19: Die Überlaufmethode

Abbildung 20: Die Temperatur beträgt in allen Gefäßen 20°C

2.4 Molekularkräfte, Luftdruck und hydrostatisches Paradoxon

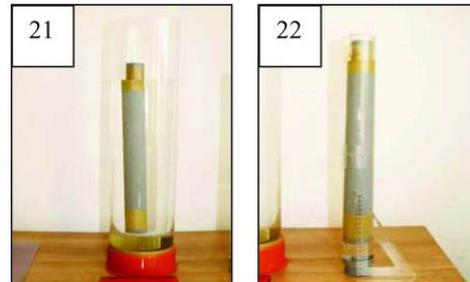


Abbildung 21-22: Der Körper schwimmt

Die Masse des Körpers wird auf 501 g verringert. Mit dieser Masse schwimmt der Körper sowohl im großen als auch im kleinen Gefäß. Wird der Körper unter Wasser gedrückt und lässt man ihn anschließend wieder los, führt er eine schnelle Aufwärtsbewegung durch. Die schnelle Bewegung auch im kleinen Gefäß (Zeit < 1 Sekunde) kann nicht die Folge von Molekularkräften sein. Der Körper ragt sowohl im großen als auch im kleinen Gefäß 4,6 cm aus dem Wasser. Somit sind die auf ihn wirkenden Kräfte gleichen Ursprungs. Die Bewegungen des Körpers im kleinen Gefäß sind nicht die Folge von Molekularkräften oder dem Luftdruck. Das Experiment durchgeführt an unterschiedlichen Tagen, mit unterschiedlichem atmosphärischen Luftdruck, führt immer zu gleichen Ergebnissen.

Im großen und im kleinen Gefäß wirkt nur der Schweredruck des Wassers auf den Körper. „*Der hydrostatische Druck ist nur von der Tiefe und der Dichte der Flüssigkeit abhängig. Er hängt nicht von der Gefäßform und dem Gewicht der darin befindlichen Flüssigkeitsmenge ab (hydrostatisches Paradoxon)*⁴“.

Die Grundfläche des Körpers und der auf ihn wirkende Schweredruck ändern sich nicht. Das hydrostatische Paradoxon ist die Grundlage meiner ersten Entdeckung.

⁴ Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG: *Schülerduden Physik*, 4. Auflage, Mannheim, 2001, S. 178



Abbildung 23-24: Schwimmender Körper ist in beiden Gefäßen 4,6 cm über dem Wasser

Abbildung 25: Körper hat einen halben Zentimeter Platz bis zur Gefäßwand, Mittelwert

Abbildung 26: Innendurchmesser kleines Gefäß $6\text{ cm} - 1\text{ cm} = 5\text{ cm}$

Abbildung 27: Die Masse des schwimmenden Körpers

Molekularkräfte sind nicht die Ursache, Beispiel Nummer 2

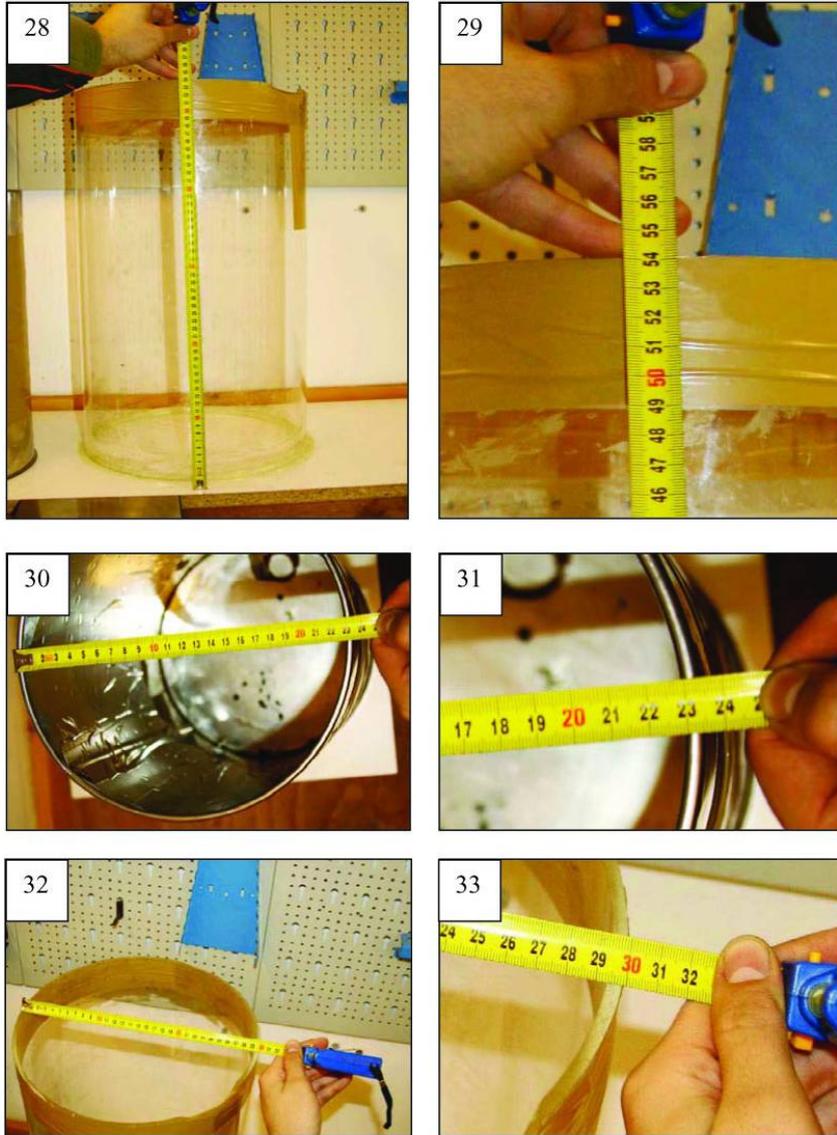


Abbildung 28-33: Abmaße des großen Gefäßes und des großen Körpers

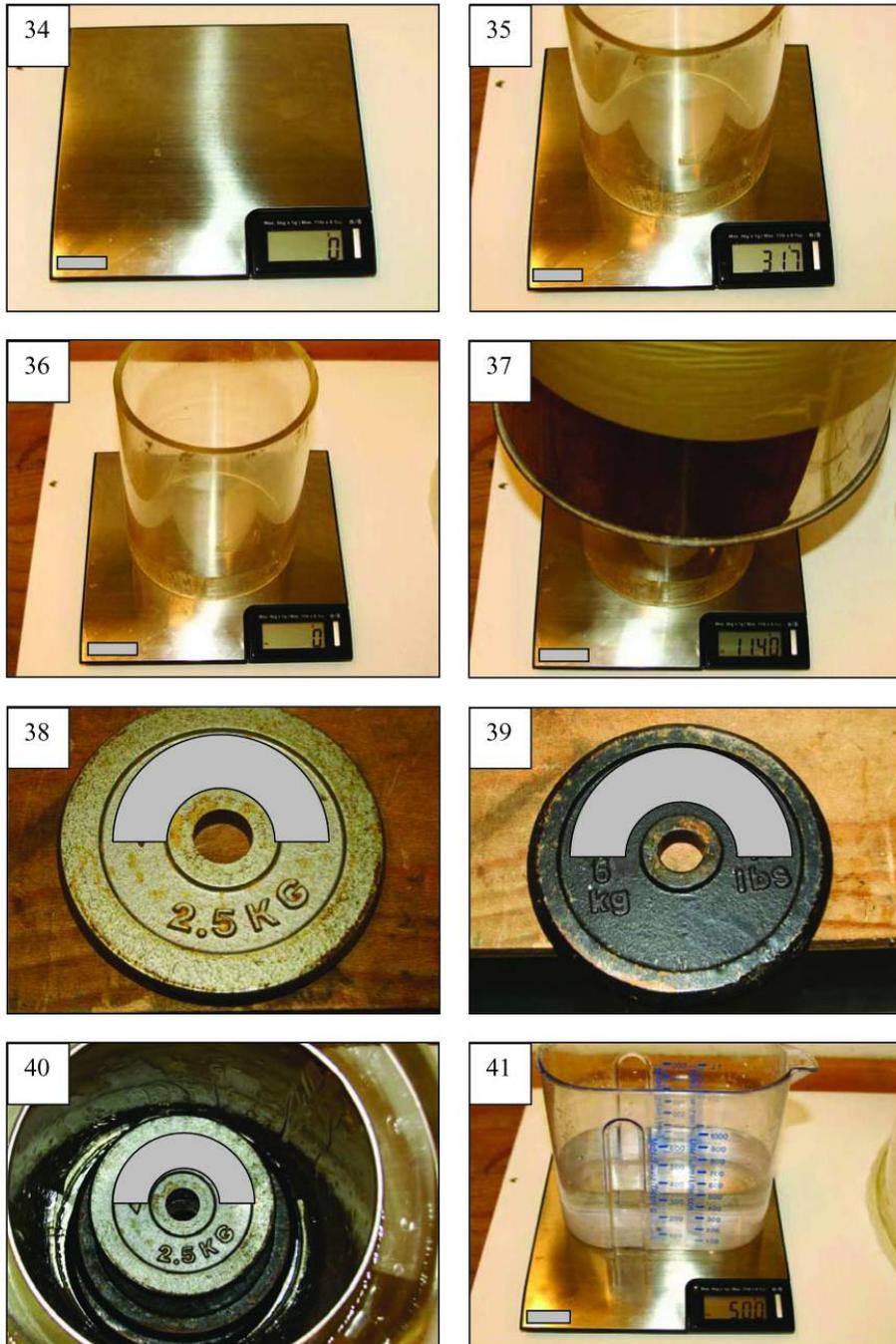


Abbildung 34-37: Das Gewicht des Körpers bestimmen

Abbildung 38-39: Die verwendeten Gewichte

Abbildung 40-41: Das große Gefäß beinhaltet (20 * 500ml = 10 l)

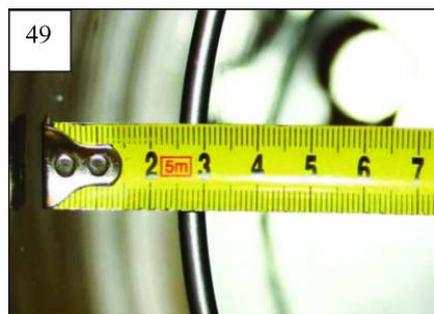
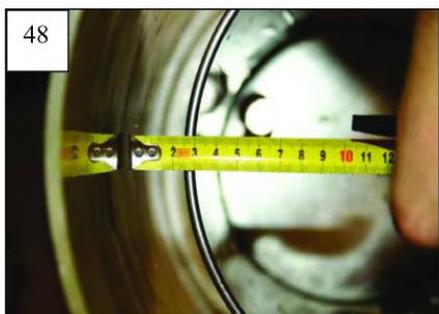
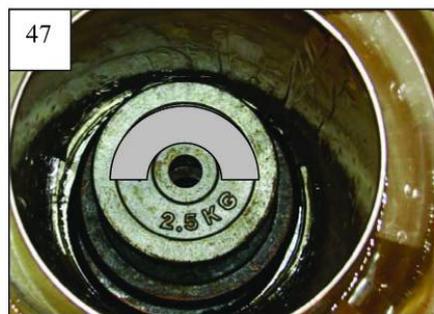
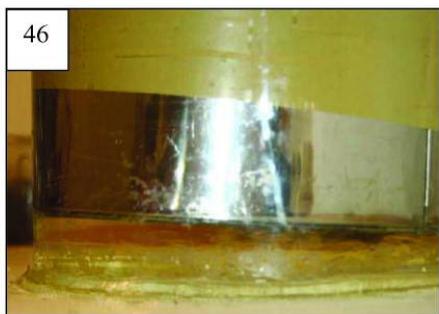
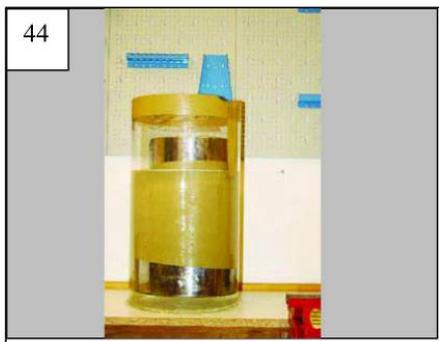
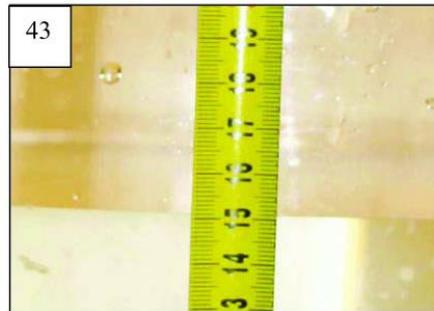
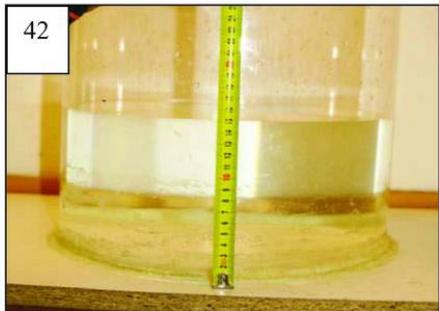


Abbildung 42-43: Das große Gefäß beinhaltet (20 * 500ml =10 l) !!!

Abbildung 44-46: Der schwimmende Körper

Abbildung 47: Das Körpergewicht (2 * 5 kg) + (1 * 2. 5 kg) + (1. 14 kg) = 13. 64 kg) !!!

Abbildung 48-49: Der Abstand zwischen dem Körper und der Gefäßwand (Mittelwert)

2.5 Gleichung der Auftriebskraft stimmt

In dem Buch von Liebers⁵ steht zur Herleitung der Gleichung für die Auftriebskraft Folgendes geschrieben:

„Die Auftriebskraft entsteht, weil der Schweredruck mit der Tiefe zunimmt. Daher ist die Kraft, die auf die Unterseite eines Körpers wirkt, stets größer als die Kraft, die auf seine Oberseite wirkt, [...]“.

„[...], Zur Vereinfachung betrachten wir einen Quader im Wasser. Seine Deckfläche A und seine Bodenfläche A sind gleich groß. Für die Auftriebskraft gilt: $F_A = F_u - F_o$. Die Abbildung 42 zeigt, wie man aus dem Schweredruck p die von unten wirkende Kraft F_u , die von oben wirkende Kraft F_o und damit die Auftriebskraft F_A berechnen kann“.

$$F_o = p * A = h_o * \rho * g * A$$

(mit $p = h * \rho * g$)

$$F_u = p * A = h_u * \rho * g * A$$

$$F_A = F_u - F_o$$

$$F_A = h_u * \rho * g * A - h_o * \rho * g * A$$

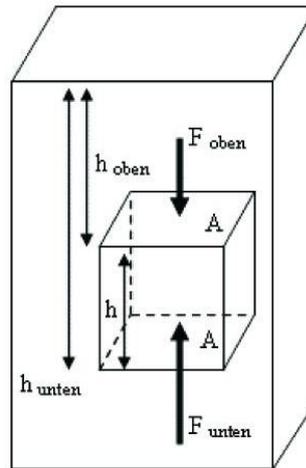
$$F_A = \rho * g * A * (h_u - h_o)$$

$$F_A = \rho * g * A * h$$

$$F_A = \rho * g * V [...]“$$

Ich erkenne:

Die Gleichung bezieht sich nur auf das Volumen des Körpers, nicht auf das Volumen der verdrängten Flüssigkeit. Die Gleichung gilt auch für enge Gefäße.



Abbildung

50: die wirkenden Kräfte

⁵ Liebers, K.: *Physik, Sekundarstufe 1, Optik, Mechanik, Thermodynamik, Elektrizitätslehre*, Volk und Wissen Verlag GmbH, Berlin, 1997, S. 133

2.6 Gesetz übertragen auf Gase

Das archimedische Prinzip und die Gleichung für die Auftriebskraft lassen sich auf die Gase übertragen. Meine Behauptungen treffen deshalb sowohl für Körper in Flüssigkeiten, als auch in Gasen zu.

3. Erste Anwendung im Maschinenbau

Meine erste Anwendung im Maschinenbau dient der Entlastung von Lagern (zum Beispiel: Wälz- oder Gleitlagern). Die Welle einer großen Turbine kann durch Schwimmkörper angehoben werden, ohne dass dafür viel Flüssigkeit benötigt wird. Die Reibungskraft und die Abnutzung der Lager wird minimiert, der mechanische Wirkungsgrad gesteigert. Die erste Anwendung im Maschinenbau darf nicht mit der hydrodynamischen Schmierung verwechselt werden. Meine erste Anwendung verursacht zudem keinen Verschleiß beim Anlauf und kein Ruckgleiten, weil sich der Schwimmkörper und die Behälterwand nicht berühren. Desweiteren entfällt die aufwendige, teure Schmiereinrichtung. Sowohl vertikale, als auch horizontale Wellen können mit Schwimmkörpern versehen werden. Es folgt eine Auflistung der Anwendungsmöglichkeiten.

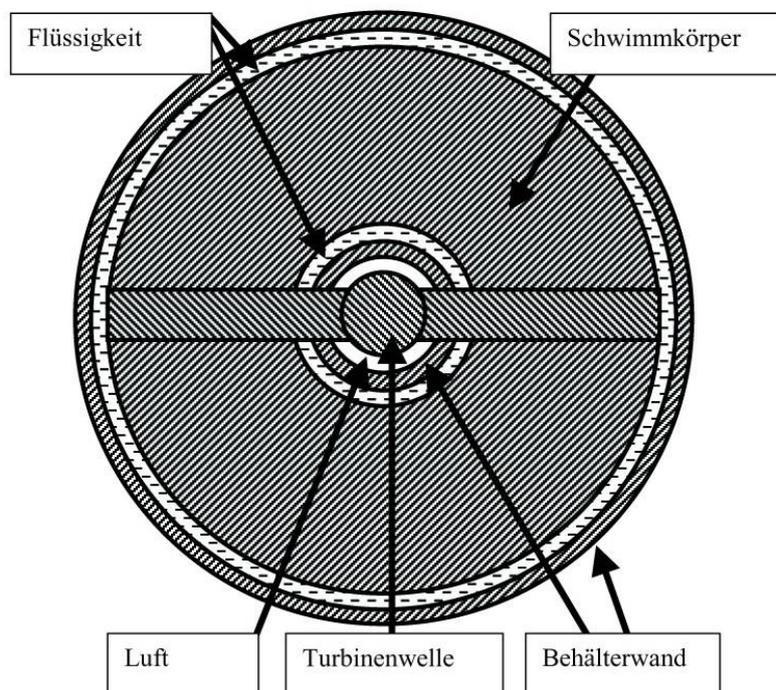
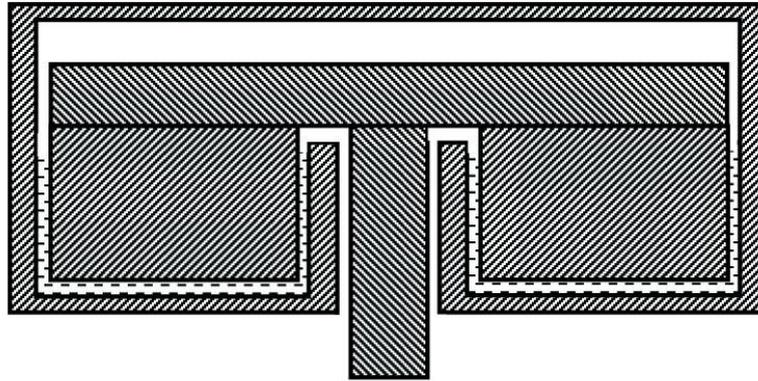
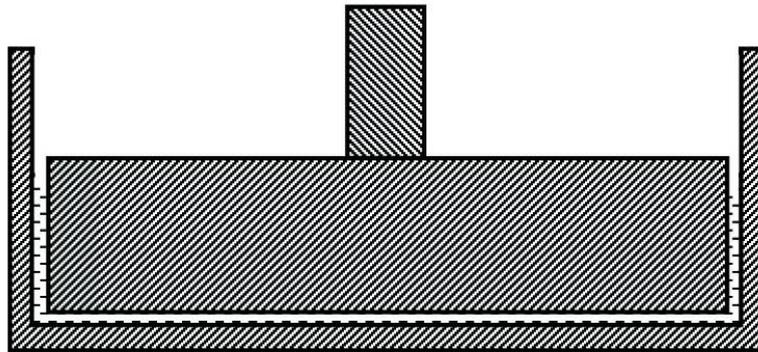


Abbildung 51: Erste Anwendung, von oben gesehen- 1. Beispiel

52



53



54

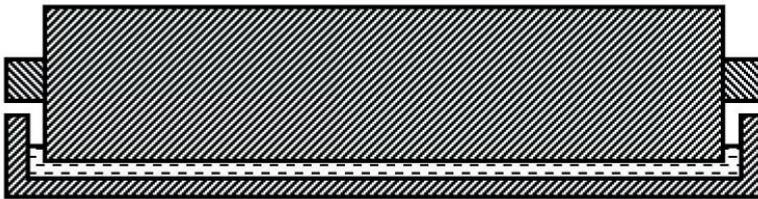
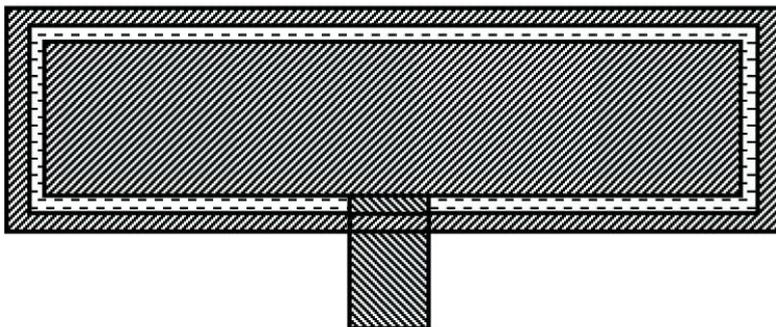


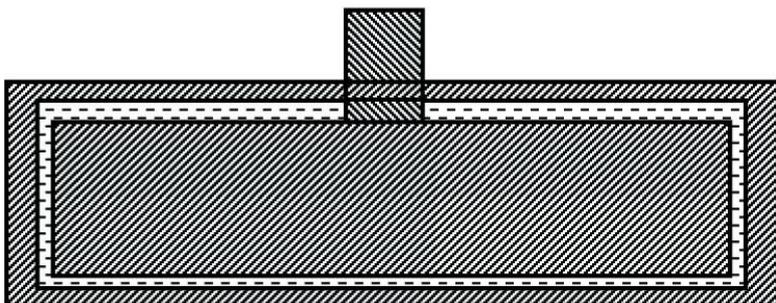
Abbildung 52: Erste Anwendung, seitlich gesehen- 1. Beispiel

Abbildung 53-54: Erste Anwendung, seitlich gesehen- 2. und 3. Beispiel

55



56



57

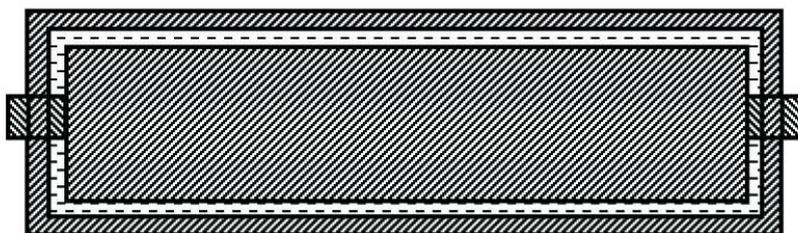


Abbildung 55-57: Erste Anwendung, seitlich gesehen- Beispiele mit Dichtungen

Über den seitlichen Abstand des Schwimmkörpers zur Wand kann ich keine Aussagen machen. Für den besten Abstand muss aber die Drehzahl des Schwimmkörpers und die Viskosität der Flüssigkeit berücksichtigt werden.

Die Reibungsverluste durch den seitlichen Abstand zur Gefäßwand, können jedoch bei meiner ersten Anwendung mit dem Newton'schen Reibungsgesetz berechnet werden.

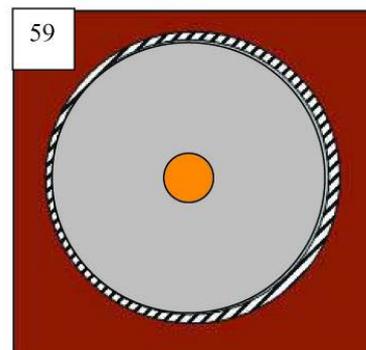
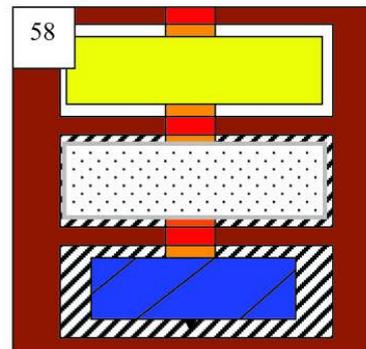
3.1 Erstes Praxisbeispiel der Drei- Schluchten- Damm in China

Abbildung 58: Vertikale Anwendung

Abbildung 59: Vertikale Anwendung - von oben

Legende:

Schwimmkörper:	
Flüssigkeit:	
Generator:	
Welle:	
Wasserturbine:	
Lagerung und Dichtungen:	
Gebäude:	



3.2 Zweites Praxisbeispiel, Windenergieanlagen

Legende:

Windenergieanlage / Turbine: ■ Achse: ■ Wälzlager: ■ Generator: ■
 Schwimmkörper: ■ Flüssigkeit: Gebäude: ■

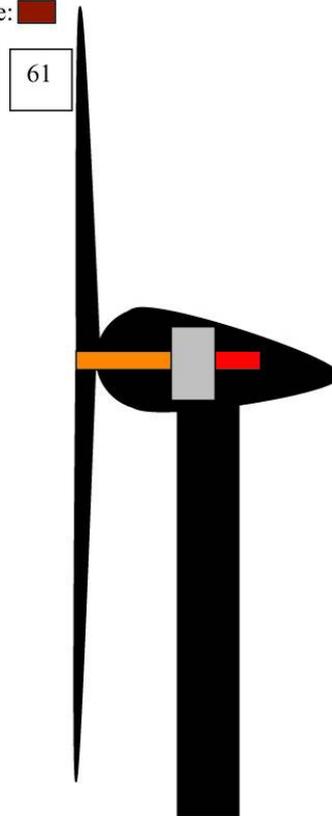
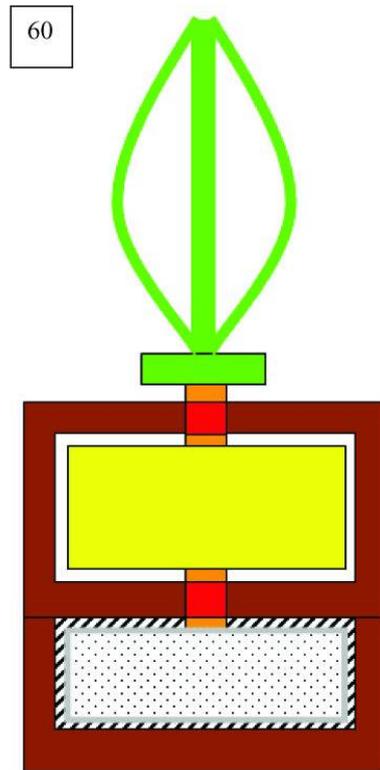


Abbildung 60: Darrieusrotor, seitlich

Abbildung 61: Getriebelose Windenergieanlage

3.3 GUD- Turbinen als viertes Praxisbeispiel

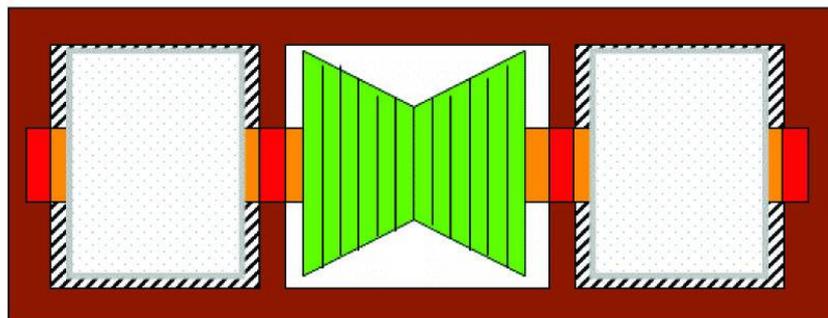


Abbildung 62: GUD- Turbine

4. Zweite Anwendung im Maschinenbau

Meine Vorüberlegung:

Gibt man Wasser in eine Zentrifuge und lässt diese rotieren, wird durch die Radialkraft das Wasser nach außen an die Zentrifugenwand gedrückt. Die Radialkraft wird mit zunehmendem Abstand von dem Zentrifugenmittelpunkt größer. Das Wasser wird mit zunehmendem Abstand immer stärker gegen die Wand gedrückt, dadurch steigt der Schweredruck des Wassers. Dies ist bereits bekannt und in dem Physikbuch für Mediziner von Detlef Kamke und Wilhelm Walcher (Vieweg und Teubner, 1994, S. 118) erwähnt.

Von mir neu dagegen ist:

Durch den Schweredruck des Wassers entsteht auf Körper, die in das Wasser der Zentrifuge eintauchen, eine Auftriebskraft. Diese ist immer von der Zentrifugenwand zum Mittelpunkt gerichtet.

Auf dieser Seite ist der Zylinder tief im Wasser und erfährt einen Auftrieb, der zum Zentrifugenmittelpunkt gerichtet ist. Weil sich der feste Zylinder allerdings nicht nach unten bewegen kann, bewegt sich die Welle der Turbine nach oben.

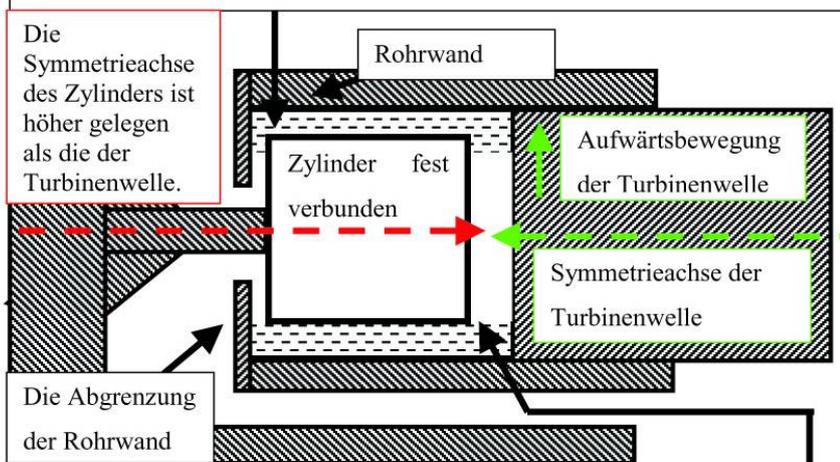
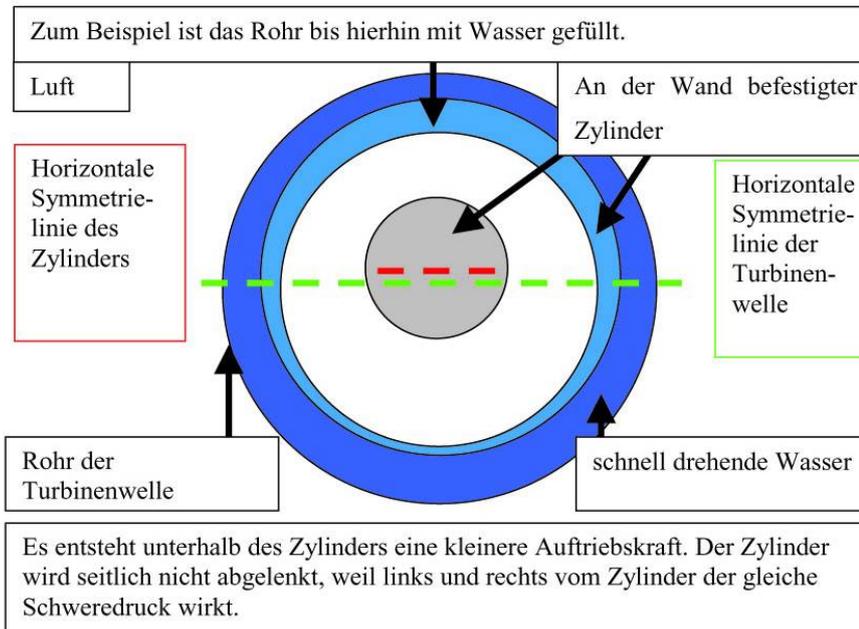


Abbildung 63: Zweite Anwendung, links der Turbinenwelle, seitlich gesehen

Der Zylinder ist hier nur wenig im Wasser. Deshalb ist auf dieser Seite nur ein geringer Auftrieb. Die Turbinenwelle wird nur wenig nach unten gedrückt. Meine zweite Anwendung im Maschinenbau wird links und rechts der Turbinenwelle angebracht. Um ein Auslaufen des Wassers bei Stillstand der Turbine zu verhindern, ist die Abgrenzung der Rohrwand sinnvoll.

Abbildung 64: Die Wirkungsweise der zweiten Anwendung, von vorne



Sie darf nicht mit der hydrodynamischen Schmierung verwechselt werden. Für die hydrodynamische Schmierung gilt: „ Mit zunehmender Drehzahl wird das an der unbelasteten Lagerseite zugeführte Schmieröl vom Zapfen in den sich verengenden Schmierspalt gezogen. Der steigende Druck im Schmierspalt bewirkt, dass die Welle angehoben und dadurch die Reibung verkleinert wird.“⁶ Bei meiner zweiten Anwendung im Maschinenbau entsteht der Druckunterschied über eine andere, neue Methode. Der Druckunterschied entsteht infolge des unterschiedlichen Schweredruckes. Die Flüssigkeit wird nicht in einen Schmierspalt gezogen, wie es bei der hydrodynamischen Schmierung der Fall ist. Meine zweite Anwendung beruht auf meiner Erweiterung des archimedischen Gesetzes. Die Erweiterung sagt aus, dass die Auftriebskraft primär vom Unterschied des Schweredruckes, oberhalb und unterhalb des Auftriebkörpers, abhängt und nicht primär vom verdrängten Volumen des Körpers. Auch bei meiner zweiten Anwendung können horizontale Wellen entlastet werden. Sie eignet sich besonders für große, schnelle und schwere Turbinen, bei denen auf eine Dichtung verzichtet werden muss. Es entfällt die aufwendige, elektrische Strom verbrauchende Umlaufschmierung mit Pumpen. Meine zweite Anwendung verursacht zudem keinen Verschleiß beim Anlauf und kein Ruckgleiten, weil sich der Zylinder und die Rohrwand nicht berühren.

⁶ Fachkunde Metall, Europa-Lehrmittel, 2010, S. 387

4.1 Erweiterung der zweiten Anwendung für lange Wellen

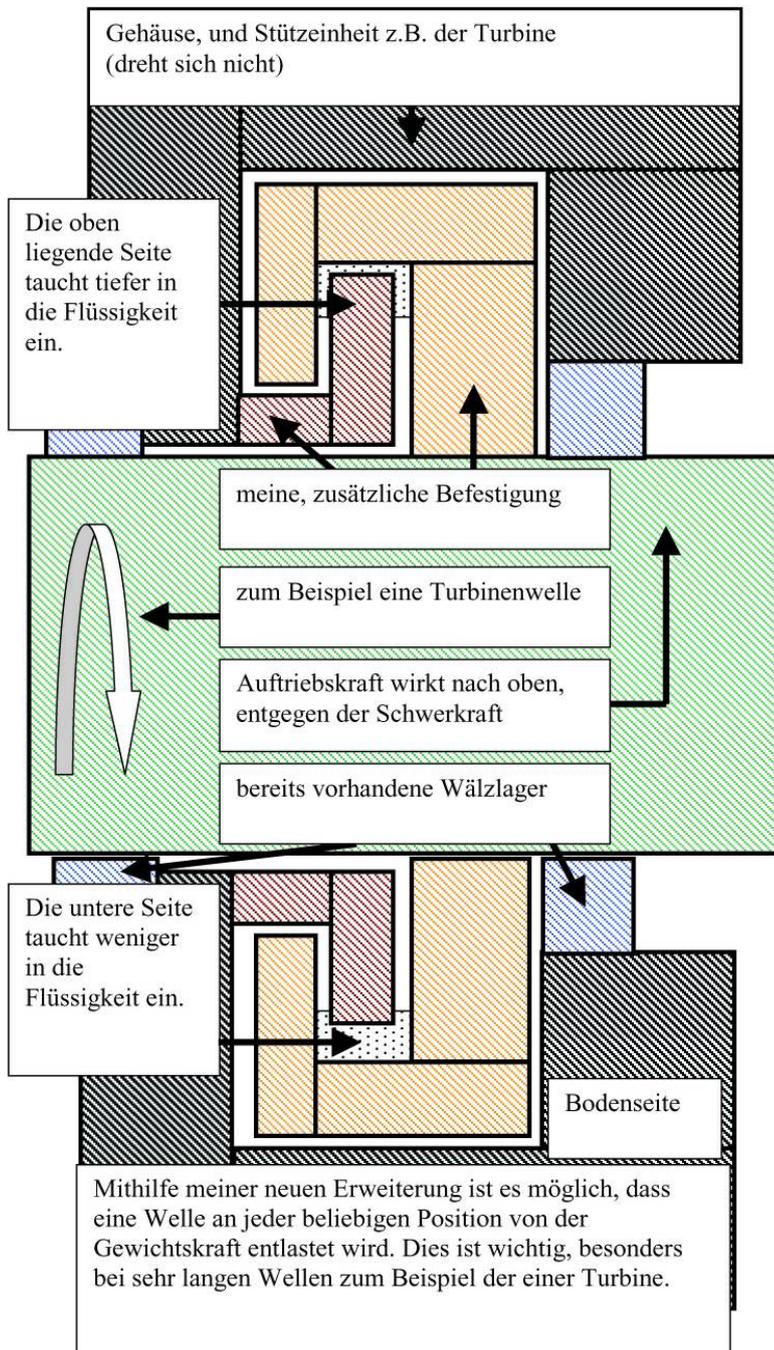


Abbildung 65: Zweite Anwendung (lange Wellen), seitlich

§ 54. **Kommunizierende Röhren.** In Gefäßen, die durch ein Querrohr verbunden sind, steht die Flüssigkeit gleich hoch.

Beweis durch den Versuch nach Fig. 117.
Der Satz ergibt sich aus dem Gesetz über den Druck. Nur wenn die Flüssigkeit in beiden Gefäßen gleich hoch steht, sind die in der Verbindungsröhre enthaltenen Theile von beiden Seiten her gleichem Druck ausgesetzt. Bei ungleichem Niveau würden die Theile nach derjenigen Seite strömen, von der sie den geringeren Druck erleiden.

Auf dem Satze von den kommunizierenden Röhren beruht die Kanalwage, das Wasserstandglas an Kesseln u. a. m.

Enthalten zwei kommunizierende Röhren Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewicht, so müssen die Höhen der im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeitssäulen

ihren spezifischen Gewichten umgekehrt proportional sein. Ist z. B. der Raum von A bis B (Fig. 118) mit Quecksilber, der Raum BC mit einer leichteren Flüssigkeit gefüllt, deren spezifisches Gewicht n mal geringer ist, so werden die unter der Horizontalebene DB befindlichen Quecksilberteile einander im Gleichgewicht halten. Die Flüssigkeitssäule BC würde durch eine gleich hohe Säule derselben Flüssigkeit im anderen Schenkel im Gleichgewicht erhalten werden. Der Druck dieser Säule kann aber durch den einer Quecksilbersäule AD von n mal geringerer Höhe ersetzt werden. So hält eine Quecksilbersäule von 1 cm Höhe eine 13,6 cm hohe Wassersäule im Gleichgewicht. Man kann sich daher der kommunizierenden Röhren zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Flüssigkeiten bedienen (vgl. § 56); ob die beiden Schenkel hierbei gleiche Weite haben, ist gleichgültig.

Bestimmung des spez. Gewichts mittels kommunizierender Röhren.

§ 55. **Auftrieb, Archimedisches Prinzip; das Schwimmen.**
1. Der Druck einer Flüssigkeit pflanzt sich nicht nur von oben nach unten und in seitlicher Richtung, sondern auch von unten nach oben, als sogenannter Auftrieb, fort.

Versuch: Gegen den eben geschliffenen Rand eines weiten Glaszylinders (Fig. 119) wird die ebene Glasplatte AB mittelst eines durch den Zylinder gehenden Fadens angedrückt und dann das durch die Platte verschlossene Ende des Zylinders unter das Wasser getaucht. Läßt man nun den Faden los, so fällt die Glasplatte nicht herab, sondern wird durch den von unten nach oben gerichteten Wasserdruck festgehalten. Gießt man jetzt von oben vorsichtig Wasser in den Zylinder, so bleibt die Platte so lange haften, bis der Wasserstand im Innern des Zylinders beinahe ebenso hoch ist wie außen, oder genauer, bis der Unterschied des Druckes, den die Platte AB von unten und von oben erleidet, ihrem Gewicht gleichkommt. Wird von nun ab noch mehr Wasser eingegossen, so trägt der Druckunterschied die Platte nicht mehr, und sie sinkt zu Boden.

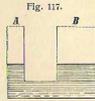
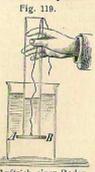


Fig. 118.



Bestimmung des spez. Gewichts mittels kommunizierender Röhren.



Auftrieb einer Bodenplatte.

2. Wenn ein beliebig gestalteter Körper in eine Flüssigkeit sinkt, so kann dies nicht geschehen, ohne daß ein gleiches Volumen der Flüssigkeit gehoben wird. Die zurückstrebenden Flüssigkeitsteile üben demnach auf den Körper Kräfte aus, die ihn wieder zu heben suchen. Wie groß ist dieser Auftrieb?

Wir überlegen: Denkt man sich den Körper durch eine genau gleichgestaltete Menge derselben Flüssigkeit ersetzt, so kann diese durch den Druck der umgebenden Teile gerade schwebend erhalten werden. Nimmt man nun wiederum diese Flüssigkeitsmasse als starr werdend an oder durch eine andere Substanz von gleichem Gewicht ersetzt, so wird dadurch der Druck der umgebenden Flüssigkeitsteile nicht geändert. Es wird also jederzeit ein Teil des Gewichts des untergetauchten Körpers durch den Druck der umgebenden Flüssigkeit getragen, der dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeitsmenge gleich ist.

Wir berechnen den Auftrieb für ein Prisma (Fig. 120):

Es sei die Größe der oberen wie der unteren Grundfläche g , die Höhe des Prismas h , die Entfernung der oberen Grundfläche vom Flüssigkeitsspiegel k und das spezifische Gewicht der Flüssigkeit s , so erleidet die obere Grundfläche einen von oben nach unten gerichteten Druck gks (§ 53), die untere Grundfläche hingegen einen nach oben gerichteten Druck $g(h+k)s$. Die Differenz beider Kräfte gks , der Auftrieb, stellt genau das Gewicht einer dem Prisma an Volumen gleichen Flüssigkeitsmenge dar.



Berechnung des Gewichtverlustes.

Ein Körper verliert in einer Flüssigkeit so viel an Gewicht, wie die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge wiegt (Prinzip des ARCHIMEDES, 220 v. Chr.).

Wir stellen Versuche an mit der hydrostatischen Wage, die so eingerichtet ist, daß man den zu wägenden Körper auch unterhalb der Wagschale aufhängen kann.

Man stellt auf die Schale A (Fig. 121) ein Gefäß, dessen innerer Raum gerade durch den prismatischen Körper B ausgefüllt wird. Dann bringt man die Wage, während der Körper B noch in der Luft schwebt, durch Gewichte, die auf die andere Wagschale gelegt werden, ins Gleichgewicht. Diese Wagschale sinkt, wenn der Körper B in die Flüssigkeit getaucht wird; das Gleichgewicht wird aber hergestellt, wenn das auf der Schale A stehende Gefäß bis zum Rand mit derselben Flüssigkeit gefüllt wird. Es wird also der Gewichtsverlust des in die Flüssigkeit getauchten Körpers durch das Gewicht eines gleichen Flüssigkeitsvolumens gerade ersetzt.

3. Ein Körper schwimmt an der Oberfläche einer Flüssigkeit, wenn sein Gewicht gleich dem Auftrieb ist, den der eintauchende Teil erfährt.

Ist der Auftrieb größer, so steigt der Körper empor. Dadurch verringert sich die verdrängte Flüssigkeitsmenge und somit der Auftrieb, bis Gleichgewicht eintritt.

Ist der Auftrieb geringer als das Gewicht des Körpers, so sinkt dieser unter.

Ist der Auftrieb des ganzen Körpers gleich dem Gewicht, so schwebt der Körper in der Flüssigkeit.

In dem deutschsprachigen Teil der Online-Enzyklopädie „Wikipedia“ wurde dieser Sachverhalt auf der Seite zum statischen Auftrieb inzwischen vermerkt. Im englischsprachigen Raum wird dagegen weiterhin stur an der alten Lehrbuchmeinung festgehalten:

„Note: In the absence of surface tension, the mass of fluid displaced is equal to the submerged volume multiplied by the fluid density. High repulsive surface tension will cause the body to float higher than expected, though the same total volume will be displaced, but at a greater distance from the object. Where there is doubt about the meaning of "volume of fluid displaced", this should be interpreted as the overflow from a full container when the object is floated in it, or as the volume of the object below the average level of the fluid.“

Vergleich mit dem aufwärtsrollenden Doppelkegel

Unter der Bedingung, dass ein Schwimmkörper vollständig in eine Flüssigkeit eintaucht und dabei weniger Volumen an Flüssigkeit verdrängt, als er selbst an Körpervolumen besitzt, erhält der Schwimmkörper entsprechend dem hydrostatischen (pascalschen) Paradoxon bereits seine maximale Auftriebskraft.

Ist die Gewichtskraft des gesamten Systems (Gefäß, Schwimmkörper, Hebel, Flüssigkeit) kleiner als die Auftriebskraft, hebt sich das gesamte System von allein in die Höhe. Wie auch beim aufwärtsrollenden Doppelkegel verliert dabei aber natürlich der Schwerpunkt an Höhe.

Dieser Artikel ist in etwas veränderter Form erschienen in: Physik in unserer Zeit **28** (1997), Heft 4, Seite 161-163

Der aufwärtsrollende Doppelkegel

Christian Ucke und Jürgen Becker

Wenn Gegenstände ohne erkennbare Energiezufuhr scheinbar eine schiefe Ebene aufwärtsrollen, widerspricht das unmittelbarer Erfahrung und physikalischem Grundwissen. Der aufwärtsrollende Doppelkegel ist ein schönes Beispiel dafür, wie ein Experiment als Lehrmittel Verblüffung bei Laien hervorruft und als etwas abgewandeltes Spielzeug Spaß erzeugt.

Schon im 18. Jahrhundert beschreibt Gravesande [1] ein Experiment, bei dem ein Doppelkegel eine schiefe Ebene scheinbar hinaufrollt. Die schiefe Ebene wird aus zwei Schienen bzw. Schneiden gebildet, die einen Winkel α miteinander bilden.

Der Doppelkegel kann natürlich nur deshalb hochlaufen, weil sich sein Schwerpunkt beim Abrollen der Kegelflächen auf den Schienen abwärts bewegt. Das wird dadurch ermöglicht, daß der Auflagepunkt des Doppelkegels auf den Schienen zu den Kegelspitzen wandert. Bei genauer Betrachtung des rollenden Kegels von der Seite läßt sich die Bewegung des Schwerpunkts auch direkt beobachten.

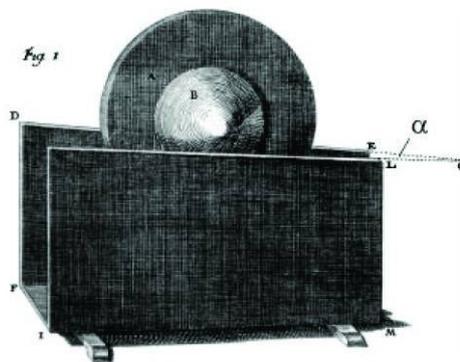


Abb.1: Ein Doppelkegel läuft eine schiefe Ebene scheinbar hinauf (Stich aus Gravesande [1]).

Die Bedingung, unter der diese Bewegung stattfinden kann, hängt von dem Öffnungswinkel γ des Kegels, dem Öffnungswinkel α der Schienen und dem Anstiegswinkel β der Schienen ab (siehe: **Aufwärtsrollender Doppelkegel - Rollbedingungen**).

Das Experiment ist auch in diversen Büchern für Schulexperimente beschrieben [2, 3]. Es ist in Science-Centers wie der Phänomenta realisiert worden, zudem läßt es sich leicht selbst bauen (siehe Baukasten). Auch als Übungsaufgabe für Physiker hat es seinen Niederschlag gefunden [4].

In der Eisenbahntechnik hat eine andere Eigenschaft des Doppelkegels eine gewisse Bedeutung. Die Ablaufläche von Eisenbahnradern ist in dem auf den Schienen aufliegenden Teil wie ein Doppelkegel geformt. Setzt man einen Doppelkegel schiefwinklig auf etwas

abwärts geneigte Modellbauschienen auf, rollt er taumelnd los und stabilisiert sich in Form einer exponentiell abnehmenden Sinuskurve bis zum Geradeauslauf. Je größer der Kegelwinkel ist, um so schneller findet die 'Stabilisierung in Sinuslinien' statt. Störungen im Gleichlauf von Eisenbahnradern gleichen sich auf diese Weise von selbst aus. Die Stabilisierung der Abrollbewegung läßt sich im übrigen auch bei dem aufwärtsrollenden Doppelkegel auf den Winkelschienen beobachten.

Reizvoll ist eine Konstruktion, bei der zwei aufwärts-führende und auseinanderlaufende Schienen am höchsten Punkt miteinander verbunden werden. Der Doppelkegel führt dann eine oszillierende Bewegung zwischen den Endpunkten dieser Doppelschiene durch und kommt schließlich beim höchsten Punkt zur Ruhe. Diese Konstruktion funktioniert um so besser, je größer das Trägheitsmoment des Doppelkegels und je geringer die Reibung auf den Schienen sind.

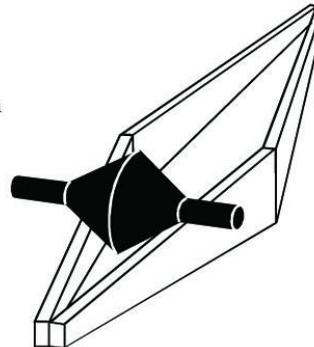


Abb.2: Ein Doppelkegel schwingt um die Mitte dieser Doppelschiene hin und her und kommt am höchsten Punkt zur Ruhe.

Eine überraschende Abwandlung des Experiments findet sich in einem ebenfalls schon älteren Buch über die Verwendung von physikalischem Spielzeug im Unterricht [5]. Das unter dem Namen Diabolo bekannte Spielzeug rollt auch eine schiefe Ebene hinauf. Nur sind hier die Verhältnisse gegenüber dem vorher diskutierten Doppelkegel gerade umgedreht (Abb. 3). Das Diabolo ist genauso ein Doppelkegel, nur eben an den Spitzen miteinander verbunden.

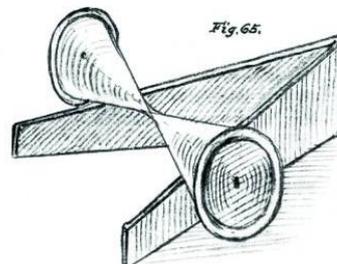


Abb.3: Ein Diabolo rollt ebenfalls eine schiefe Ebene hinauf.

Das gleiche Prinzip einer auseinanderlaufenden und bergansteigenden Schiene wie beim Doppelkegel wird in einem Geschicklichkeitsspiel verwendet, das unter dem Namen Sisyphus, Rolling Ball o. ä. vertrieben wird (Abb. 4). Hier wird jedoch statt des Doppelkegels eine Kugel benutzt.

Der Spieler kann den Öffnungswinkel α der Schienen verändern. Es gilt, die Kugel soweit wie möglich hinaufrollen und dann in die mit Zahlen versehenen Vertiefungen fallen zu lassen. Und das bedarf einiger Übung. Mit zwei Billardqueues und einer dazugehörigen Kugel läßt sich dieses Spiel leicht realisieren [5].



Abb.4: Eine Kugel soll durch Verändern des Öffnungswinkels der Metallstangen soweit wie möglich nach oben befördert werden.

Der Doppelkegel zeigt von der Konstruktion her einen klaren Aufbau und ist insofern eher als - sogar schon ziemlich altes - Lehrmittel einzuordnen. Bei der Vorführung wird er zunächst Verblüffung hervorrufen. Ist das physikalische Prinzip erkannt, hat er seine Funktion erfüllt und ist dann nicht mehr sehr interessant - außer vielleicht für Physiker. Die Konstruktion mit der Kugel ist hingegen ein Spiel, das zu kleinen Wettkämpfen einlädt und von Kindern eher als Herausforderung empfunden wird. Die Physik tritt dann in den Hintergrund.

Literatur:

- [1] s'Gravesande G. J.: Physices Elementa Mathematica Experimentis Confirmata, Leiden, 1748
- [2] Hahn, H.: Physikalische Freihandversuche I, Berlin, Verlag von Otto Salle, 1905
- [3] Friedrich, A.: Handbuch der experimentellen Schulphysik (Bd. 2), Köln, Aulis Verlag, 1962
- [4] Mitter, H.: Mechanik, Vorlesungen zu theoretischer Physik 1, BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1989
- [5] Dussler, G.: Spiel und Spielzeug im Physikunterricht, Verlag Otto Salle, Frankfurt a.M. 1933; Reprint 1995 erhältlich in der Physik-Boutique (s.u.)

Der aufwärtsrollende Doppelkegel sowie das Spiel Sisyphus sind erhältlich in der Physik-Boutique, Stark-Verlag, Postfach 1852, 85318 Freising.

Anschriften:

Dr. Christian Ucke, Physikdepartment E 20, Techn. Univ. München, 85747 Garching
Jürgen Becker, Emmy-Noether-Gymnasium, Noether-Str. 49b, 91058 Erlangen



Robert Stach <stach.robort.arbeit@gmail.com>

Ihr Manuskript

1 Nachricht

Holger Schanz <holger.schanz@hs-magdeburg.de>
An: stach.robort.arbeit@gmail.com

17. Januar 2012 17:31

Sehr geehrter Herr Stach,

Frau Scherpinski hat Ihr Manuskript an mich weitergeleitet. Ich wollte Ihnen gern schreiben, dass ich von Ihrem Interesse an physikalischen Fragestellungen, Ihrem experimentellen Geschick und Ihrem kritischen Blick auf Lehrbuchmeinungen sehr beeindruckt bin. Da haben Sie vielen unserer Studenten etwas voraus.

Ich weiß leider nicht genau, aus welchem Grund Sie Ihr Manuskript zu uns geschickt haben. Wenn es um eine inhaltliche Begutachtung geht, so müsste man Ihre Arbeit im Detail durchsprechen. In dem Fall können Sie mir gern noch mal schreiben. Sie sollten aber bei aller Begeisterung nicht über das Ziel hinausschießen. Zum Beispiel war es natürlich bereits bekannt, wie sich schwimmende Körper in engen Gefäßen verhalten, es handelt sich also nicht um eine "Entdeckung" im eigentlichen Sinn. Und auch in Bezug auf die vorgeschlagenen Anwendungen bin ich erst mal skeptisch.

Ich frage mich aber, ob Sie eigentlich vorhaben, Maschinenbau oder etwas ähnliches zu studieren und möchte Ihnen das auf jeden Fall empfehlen. Wie Sie vielleicht wissen, kann man heutzutage das Abitur als Zulassungsvoraussetzung in gewissen Fällen durch andere, gleichwertige Leistungen ersetzen. Und zumindest was die Physik angeht ist Ihr Manuskript dafür sicher geeignet.

Mit freundlichen Grüßen,
Holger Schanz

-

Prof. Dr. Holger Schanz

Hochschule Magdeburg-Stendal
University of Applied Sciences
Institute of Mechanical Engineering
Breitscheidstr. 2
D-39114 Magdeburg

Tel.: +49(0)391 886 4317
Fax: +49(0)0911 30844 27867

BOCKHORN & KOLLEGEN · Zimmerstrasse 3 · D-04109 Leipzig

per Email: stach.robort@web.de

Herrn
Robert Stach
Fröbelstr. 80
39110 Magdeburg

Leipzig, 2. November 2010

Neue Patentanmeldung in Deutschland

Anmelder: Robert Stach
Unsere Akte: P 59578 DE (HE/KU)

Sehr geehrter Herr Stach,

vielen Dank für Ihre Geduld. Ich habe zwischenzeitlich die Gelegenheit gehabt, Ihre neue Idee zu studieren und auch Ihre diesbezügliche Arbeit.

Beides halte ich für durchaus beachtenswert und darf Ihnen bezüglich Ihrer Arbeit nur noch zwei Empfehlungen geben. Zum einen sollten Sie die auf Seite 14 gegebene Darstellung hinsichtlich des Volumens des Körpers nach vorn ziehen, weil es sich dabei ebenso wie bei den anderen Angaben zu Volumen, Wasser, Temperatur und dgl. um experimentelle Randbedingungen handelt. Solche werden üblicherweise ganz am Anfang in einem eigenen Kapitel abgehandelt, das beispielsweise „Experimentelle, Voraussetzungen“ lauten könnte.

Im Abschnitt 2.5 auf Seite 24 sprechen Sie von „Molekularkräften“. Hier würde ich dann im Text ergänzen „kann nicht die Folge von Molekularkräften, beispielsweise Adhäsion, sein“.

Ihre neue Idee betrifft die Lagerung von vertikalen bzw. horizontalen Achsen. Hierbei handelt es sich um eine grundlegende andere Erfindung als diejenige, auf der mein Anspruchssatz im Entwurf basierte. Wenn wir also die neue Idee verfolgen, dann können wir in einer solchen Erfindung die ursprüngliche Idee nicht mit verwerten.

Bezüglich der neuen Idee sehe ich kein Problem, diese auszuformulieren. Wir müssten uns allerdings noch einmal über die Unterschiede bzgl. vertikaler und horizontaler Achsen unterhalten. Bei vertikalen Achsen scheint mir der Sachverhalt relativ klar zu sein. Hier muss für eine schwebende Aufhängung der Achse und der darin befestigten Teile ein Schwimmkörper – in Ihrer gezeigten Anwendung auf

DIPL.-ING. JOSEF BOCKHORN¹⁺²⁾
PATENTANWALT – MÜNCHEN

DR. RER. NAT. JAN-DAVID HECHT¹⁺²⁾
PATENTANWALT – LEIPZIG

DR. RER. NAT. VOLKER HEYER¹⁺²⁾
PATENTANWALT – MÜNCHEN

DIPL.-ING. JOHANNES DIETERLE¹⁺²⁾
PATENTANWALT – LEIPZIG

DIPL.-ING. W. HERRMANN-TRENTEPOHL^{1+2)*}
PATENTANWALT – DÜSSELDORF

DR. JUR. ANNEMARIE BLUM VON ANN²⁾
RECHTSANWÄLTIN – DÜSSELDORF

UTE PFALLER²⁾
RECHTSANWÄLTIN – MÜNCHEN

IN KOOPERATION MIT

B.-P.-S.-H. – DÜSSELDORF
PATENT- & RECHTSANWÄLTE
40470 DÜSSELDORF

DIPL.-ING. ROLF SCHROOTEN¹⁺²⁾
PATENTANWALT – DÜSSELDORF

JAN HABER²⁾
RECHTSANWALT – DÜSSELDORF

DIPL.-BIOL. DR. ALVARO REMUS¹⁺²⁾
PATENTANWALT – DÜSSELDORF

SOWIE IN KOOPERATION MIT

DR. STEFAN MEDERLE-HOFFMEISTER¹⁺²⁾
PATENTANWALT
86159 AUGSBURG

¹⁾ European Patent Attorney

²⁾ European Trademark and
Design Attorney

* Consultant

Eisenhelmersstrasse 49
D-80687 München
Telefon +49 (0)89 - 74 55 41 0
Fax +49 (0)89 - 74 55 41 55
mail@patguard.de

Zimmerstrasse 3
D-04109 Leipzig
Telefon +49 (0)341 - 14 95 86 0
Fax +49 (0)341 - 14 95 86 8
leipzig@patguard.de

Mörsenbroicher Weg 191
D-40470 Düsseldorf
Telefon +49 (0)211 - 16 78 17 24
Fax +49 (0)211 - 16 78 17 27
mail@patguard.de

mail@patguard.de
www.patguard.de

UST-ID/VAT: DE 256 912 190
Steuer-Nr.: 144/153/00914

Datum: 30.07.2013 19:56
Betreff: Eine Nachricht von {Your Name}

> Eine neue Nachricht (Formular: "Knappmann - Kontakt")
> =====Abgeschickt am: 30. Juli 2013

> Via: <http://www.knappmann-lektorat.de/kontakt/>
> Von 77.184.222.245 (Besucher IP).

>
Sehr geehrter Herr Dr. Knappmann,

mir geht es primär um eine intensive Recherche zu einem Teilgebiet der Physik, der Hydrostatik. Ich bin an der Lösung folgender Frage interessiert: Werden die in meinem Manuskript aufgezeigten Zusammenhänge in der Fachliteratur bereits vollständig beschrieben? Eine Recherche sollte den englisch- und deutschsprachigen Raum beinhalten. Ein breiter Konsens besteht zur fachlichen Korrektheit. Es gibt jedoch unterschiedliche Meinungen bezüglich der Neuheit. Herr Prof. Dr. H. Schanz (HS- Magdeburg) spricht gegen die Neuheit, jedoch ohne Recherche- bzw. Darlegung entsprechender Literatur. Über sein schnelles Urteil bin ich nicht verärgert, konnte ich seinem Antwortschreiben und anschließendem persönlichen Gespräch doch immerhin die fachliche Zustimmung entnehmen. Er schieb z.B. "Ich wollte Ihnen gern schreiben, dass ich von Ihrem Interesse an physikalischen Fragestellungen, Ihrem experimentellen Geschick und Ihrem kritischen Blick auf Lehrbuchmeinungen sehr beeindruckt bin . Da haben Sie vielen unserer Studenten etwas voraus". Der Physiker Dr. Hecht, ehem. Leibniz- Institut, stimmt meinem Manuskript sowohl inhaltlich, als auf in Hinblick auf die Neuheit zu. Er empfindet die Arbeit für "durchaus beachtenswert". Ich denke, dass er mir ehrlich gegenüber geantwortet hat. Es handelt sich beiderseits um erfolgreiche Physiker! Ich selbst werde mir in Hinblick auf Herrn Schanz und auf Herrn Hecht kein Urteil erlauben- es bedarf einer fachlich fundierten Recherche.

Inwieweit können Sie mir dabei behilflich sein?

Über eine kurze Rückmeldung würde ich mich sehr freuen!

mfG, R. Stach

Dr. Bernd Knappmann
Lektorat - Korrektorat - Verlagsdienstleistungen
Turnplatz 24
D-78239 Rielasingen-Worblingen
Tel.: 07731/86 63 13
Fax: 07731/86 63 14
www.knappmann-lektorat.de

UST-IDNr.: DE257163976
FA Singen: 18389/10038



Robert Stach <stach.robert.arbeit@gmail.com>

Aw: Eine Nachricht von {Your Name}

1 Nachricht

knappmann-lektorat@arcor.de <knappmann-lektorat@arcor.de>
An: stach.robert.arbeit@gmail.com

31. Juli 2013 10:01

Sehr geehrter Herr Stach,

vielen Dank fuer Ihre Anfrage und das damit gezeigte Vertrauen! Sie werden jedoch verstehen, dass ich aus mehreren Gruenden nicht in der von Ihnen gewuenschten Richtung taetig werden kann:

- Bei dieser Fragestellung muss der aktuelle Stand der Forschung und Wissenschaft einbezogen werden. Als Biologe bin ich zwar auch mit physikalischen Fragestellungen vertraut, moechte mich aber sehr ungerne in die Tiefen der physikalischen Diskussion wagen. Wiederum aus zwei Gruenden: Einerseits bin ich aus dem Forschungsbetrieb vor ca. 20 Jahren ausgeschieden, andererseits fehlt mir der Ueberblick ueber das Angebot der relevanten Zeitschriften bzw. Journals im Gebiet der Physik - speziell im Teilgebiet der Hydrostatik.

- Darueber hinaus gibt es mittlerweile eine Anzahl von Open-Access-Servern, die auch durchsucht werden muessten. Da mir der Zugang dazu fehlt bzw. die Kenntnis, welche ueberhaupt existieren, sehe ich mich nicht als kompetent genug an, eine umfassende Recherche durchzufuehren.

- Bei der von Ihnen beschriebenen Situation laeuft es auf einen Expertenstreit hinaus. Zwei angesehene Wissenschaftler sind gegensaeztlicher Meinung und werden sich allenfalls durch einen Gutachter mit entsprechender (fachlicher) Qualifikation - also einen renommierten Physiker - ueberzeugen lassen. Ich vermute, dass Sie - auch wenn Sie mit einer gruendlichen Recherche aufwarten - Herrn Prof. Schanz nicht werden ueberzeugen koennen ... insbesondere wenn sich herausstellt, dass der Rechercheur nicht vom Fach ist.

- Letztllich spricht die Wissenschaftstheorie gegen den Erfolg Ihres Anliegens: Sie koennen nur beweisen, dass etwas vorliegt, nicht aber das Gegenteil. Uebersetzt: Wenn die Recherche zum Ergebnis fuehrt, dass die von Ihnen beschriebenen Phaenome bislang nicht in der Literatur beschrieben wurden, bezieht sich das nur auf die durchsuchten Literaturstellen bzw. Journals oder Open-Access-Angebote, also auf einen Auszug aus der Grundgesamtheit. Und niemand kann ausschliessen, dass in den nicht durchsuchten Literaturstellen genau die Sachverhalte beschrieben sind, die Sie als neuartig ansehen.

Sie befinden sich in einem klassischen Dilemma. Eine Moeglichkeit besteht aus meiner Sicht, die Arbeit auf einem Open-Access-Server oder in einem Journal zu publizieren, um damit die Diskussion in der Scientific Community auszuloesen. Dann sollte schnell klar werden, ob es sich um einen Neuerung handelt oder nicht.

Ich hoffe, Ihnen trotz der abschlaegigen Antwort mit der angegebenen Perspektive dennoch geholfen zu haben, und wuensche Ihnen viel Erfolg auf Ihrem weiteren Weg in der Physik!

Freundliche Gruesse

Bernd Knappmann

----- Original Nachricht -----

Von: info@knappmann-lektorat.de

An: info@knappmann-lektorat.de

Die Swastika und ihre technische Bedeutung

Nachfolgend möchte ich Ihnen aufzeigen, dass es möglich ist, die Rotationsenergie der Erde in elektrische Energie umzuwandeln. Ich hatte die Idee, wie man die Rotationsbewegung der Erde in Wechselwirkung mit ihrer Gravitationskraft (Gewichtskraft) bringen kann. Zum besseren Verständnis denken wir an das Drehschemelexperiment. Auf Grundlage des Drehimpulserhaltungssatzes verkleinert sich die Winkelgeschwindigkeit, wenn sich das Trägheitsmoment vergrößert, z.B. durch die Vergrößerung des Abstandes der Massen von der Rotationsachse. Hierfür dienen als Hilfsmittel Kreisel. Aufgrund ihrer Kreiselträgheit behalten diese ihre Achse im Raum unverändert bei. Zu den bisher bekannten Beispielen im Bereich der angewandten Physik gehören z.B. Geschosse mit Drall, der Diskuswurf, der Autopilot für den Horizontal- und Geradeausflug und der Kreiselkompass. Zusammen mit einer kardanischen Aufhängung entfernen sich die Kreisel kurzzeitig von der Erde und werden anschließend wieder herangezogen, es erfolgt die bekannte Präzessionsbewegung. Der gesamte Drehimpuls ist die Summe der Drehimpulse aller Kreisel. Die Swastika als Ganzes gesehen fungiert ebenfalls als Kreisel und steht in Wechselwirkung mit den Drehimpulsen der einzelnen Kreisel. Die geometrische Form der Swastika ist kein Zufall. Gegenüber der Form eines einfachen Kreuzes ermöglicht diese Form der Swastika das Anbringen von Kreiseln mit dem größtmöglichen Radius- dies ist besonders wichtig für die Kreiselträgheit.

Der Anblick einer Swastika erinnert an ein Wasserrad, doch wurde es immer schon als das Sonnenrad bezeichnet. Dieser Widerspruch liegt sicherlich darin begründet, dass die Swastika in der Antike ein Ergebnis der Experimentierfreudigkeit der damaligen Menschen war und die dazugehörigen physikalischen Zusammenhänge noch nicht erkannt wurden.

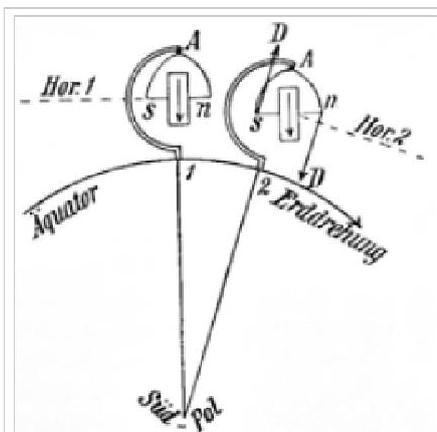


Abb. 2: Funktionsprinzip eines Kreiselkompasses

Abbildung 2: „<https://de.wikipedia.org>“

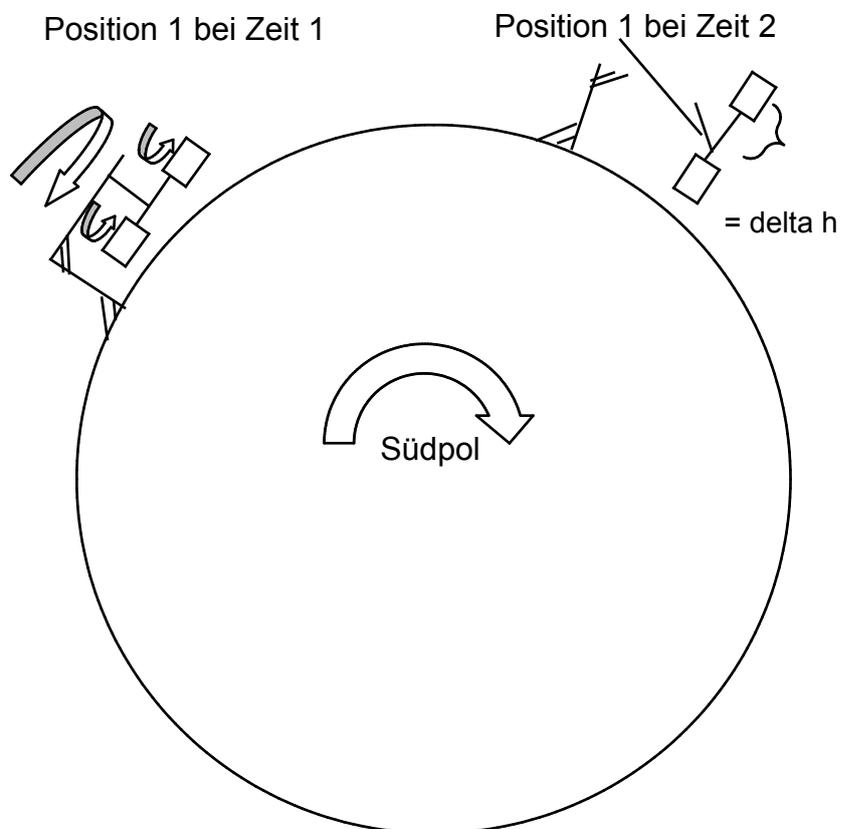
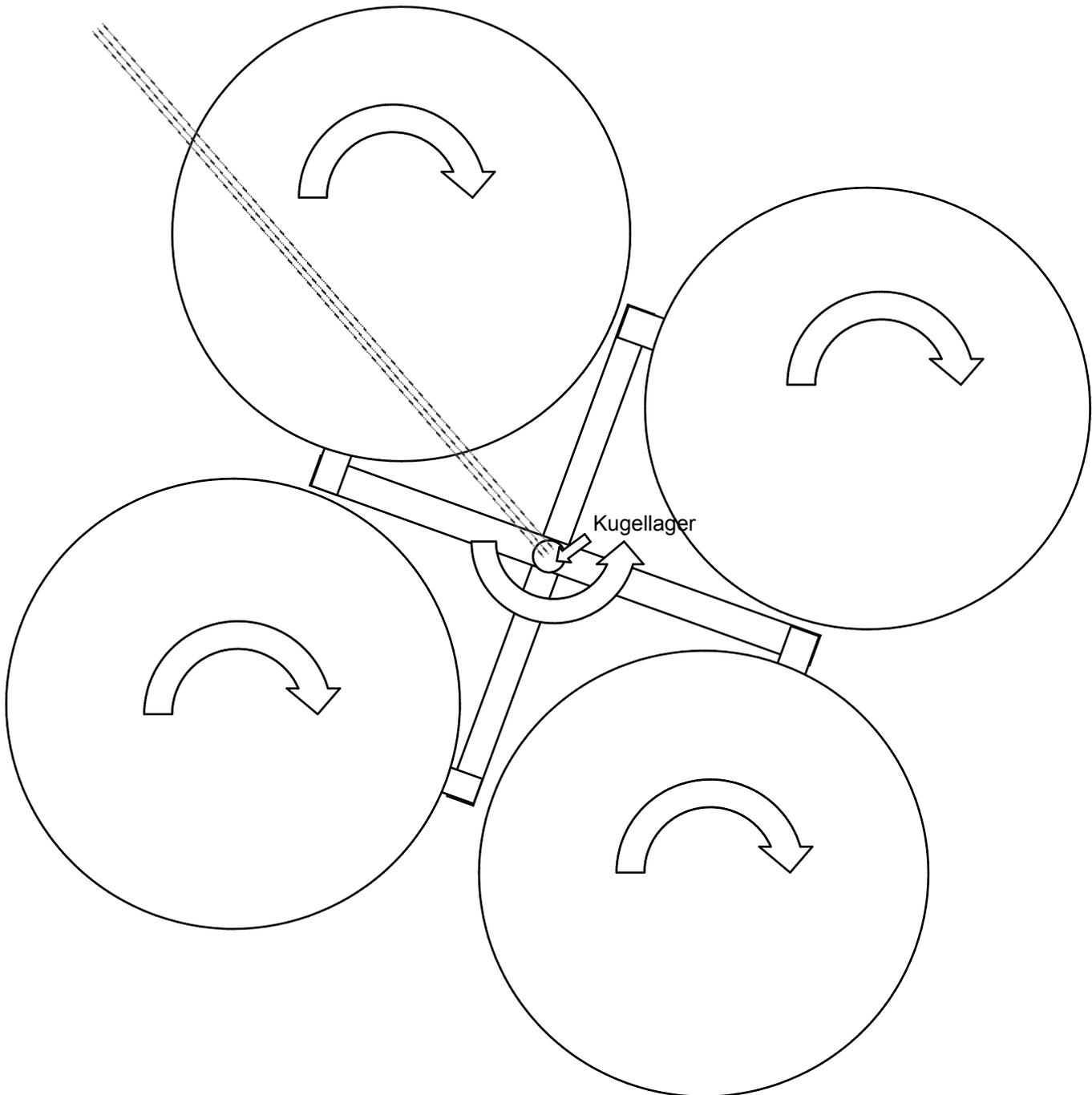


Abbildung 3:
übertriebene Darstellung zum Sachverhalt, wie sich die Kreisel von der Erde entfernen

„Die Präzessionsbewegung kommt dadurch zustande, dass die im Schwerpunkt angreifende Schwerkraft in Bezug auf den Unterstützungspunkt ein Drehmoment erzeugt, das wegen $M = dL / dt$ in der Zeit dt eine Änderung des Drehimpulses $dL = M dt$ hervorruft.“¹

Für ein hohes Drehmoment müssen die Arme der Swastika daher möglichst lang dimensioniert werden. Die Kreiselachsen stehen senkrecht zur Achse der Swastika.



¹ Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, Prof. Dr. sc. nat. Dr.- Ing. H. Stroppe, Carl Hanser Verlag, München, 2012, S. 102

Theoretisch handelt es sich bei einer Seilbefestigung bereits um eine kardanische Aufhängung, bei der sich ein Kreisel frei um alle drei Raumachsen bewegen kann. Bei der von mir beschriebenen technischen Anwendung wäre dies jedoch wirkungslos. Um dies zu verdeutlichen denken wir zurück an das Drehschemelexperiment. Die Erde ist fest mit dem Drehschemel verbunden und nimmt den Gegenimpuls auf. Das Trägheitsmoment der Erde ist sehr viel größer als das des Kreisels, daher ist die Winkelgeschwindigkeit Null. Infolge der wirkenden Drehbewegung würde sich das Seil aufwickeln. Die Lösung für die Swastika ist eine torsionssteife kardanische Aufhängung, z.B. ein dickes Seil (Tau) oder ein Stab mit mehreren Gelenken.

Das Trägheitsmoment der Erde beträgt ca.: $65 \times 10^{36} \text{ kg x m}^2$

Die Winkelgeschwindigkeit der Erddrehung beträgt ca.: $0,7 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

Die Rotationsenergie beträgt somit ca.: $1,59 \times 10^{29} \text{ Joule}$

Jede Idee hat ihren Ursprung im Individuum und in der Gemeinschaft kann sie Reife und Beständigkeit erlangen.

