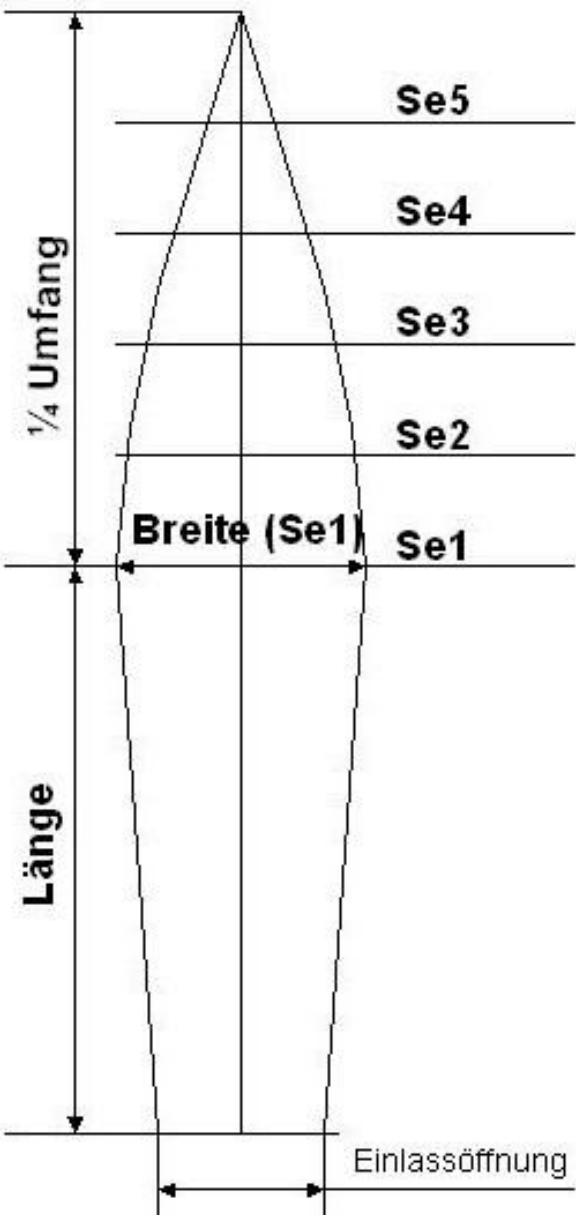


Heißluftballons aus Seidenpapier & Kunststoffolie
Theorie und Praxis der Gasballons

von André Pohle Winter 2004



Vorwort

Wie kommt es, dass sich der Autor die Mühe macht solch ein Heft zu schreiben? Physik, Chemie und Technologien faszinierten mich schon seit meiner Schulzeit. Ich gehöre zu denen, die etwas praktisch ausprobieren um zu begreifen wie etwas funktioniert.

Auf die Thematik „Seidenpapierballons“ kam ich schon vor Jahren, als über meinem lieben, leider verstorbenen, Großvater gesprochen wurde, wie es damals war und was er in seiner Jugend gemacht hatte. Damals war es anscheinend üblich, im Physikunterricht Ballons aus Seidenpapier zu bauen und zu feierlichen Anlässen aufsteigen zu lassen. Auf meine Frage wie so etwas gebaut wird, erntete ich allerdings nur Axelzucken oder nur „schwammige“ Konstruktionsbeschreibungen. Dieses Wissen gerät in Vergessenheit und muss bewahrt werden! Deshalb dieses Heft zum Thema: selbst berechnete und gebaute Ballons. Ein kompaktes Werk mit vielen verschiedenen Bauformen die mit wenigen Mitteln selbst nach zu bauen sind.

Der Autor
André Pohle

Achtung! Haftungsausschluss

Der Autor übernimmt keine Haftung für Leib, Leben und Sachschäden die durch die hier beschriebenen Bauanleitungen und Flugobjekte verursacht werden könnten.

André Pohle 06895 Zahna eMail: Andre.Pohle@t-online.de
Dieses Buch wurde mit Open Office 1.0 erstellt als Word und PDF Datei gespeichert.

Inhalte von Wikipedia (www.wikipedia.de) stehen unter GNU, Lizenz für freie Dokumentation

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
Der Heißluftballon aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie (Stand: Winter 2004).....	4
Physik der Ballons aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie (Stand: Winter 2004).....	5
Warum steigt noch mal ein Ballon?.....	5
Der Bau von formschönen Seidenpapierballone.....	6
Berechnen der Segmentschablone.....	6
Zusammenfassung aller nötigen Berechnungen (Rechenbeispiel).....	7
Zur Erinnerung ein paar Rechenregeln.....	8
Zeichnen der Segmentschablone.....	8
Vollständige Skizze (zum Nachbauen empfohlen).....	9
Zeichnen der Segmentschablone.....	9
Abrollen und Schneiden der Papierbögen.....	10
Auflegen der Schablone und Ausschneiden der Seidenpapiersegmente.....	11
Kleben.....	11
Klebstoffe und Klebmethoden.....	12
Klebmethoden.....	12
Der Bau des Brenners.....	12
Die ersten Tests und Flugversuche.....	13
Wie viel kann nun mein selbstgebauter Ballon tragen?.....	13
Start und Landung im freien.....	14
Andere Ballontypen aus Seidenpapier „Der Standartballon“	14
„Die Zigarre“	15
„Der Würfel“	15
„Die Pyramide“	15
Weiter Ballontypen aus andere Materialien.....	16
Der Gasballon.....	17
Die Tragkraft von Wasserstoff und Helium.....	17
Praktische Anwendungen kleiner und großer Gasballons.....	18
Material und Werkzeugliste.....	19
Quellen aus dem Internet.....	20

Der Heißluftballon aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie (Stand: Winter 2004)

Der Heißluftballon ist ein Luftfahrzeug. Es handelt sich um ein Fluggerät, das aus einem unten geöffneten Ballon besteht, an dessen Öffnung sich ein Brenner befindet. Über diesen Brenner wird die Luft im Ballon vor der Fahrt erhitzt. Sie kann bei Bedarf auch während der Fahrt erneut erhitzt werden. So wird er leichter gemacht. Der Ballon bestand früher aus einer papiergefütterten Hülle aus Leinwand. Heute finden Nylongewebe, die mit Polyurethan beschichtet sind, Verwendung. Eine Sonderform des Heißluftballons ist der Solarballon.

Der Heißluftballon (Montgolfière) war das erste Fluggerät überhaupt, mit dem sich Menschen erfolgreich in die Luft erheben konnten. Erfunden wurde er von den Brüdern Joseph Michel und Jacques Etienne Montgolfier. Aus der Beobachtung, dass Rauch nach oben steigt, schlossen sie, dass Rauch, in einem leichten Behälter verpackt, den ganzen Behälter nach oben ziehen müsste. Sie gingen irrtümlich davon aus, ein neues, leichtes Gas entdeckt zu haben. In Wirklichkeit ist es jedoch die geringere Dichte von heißer Luft, die den Rauch nach oben steigen lässt.

Am 4. Juni 1783 ließen sie zum ersten Mal einen unbemannten Ballon mit 10 m Durchmesser vom Marktplatz in Annonay, Frankreich, starten. Der Ballon erreichte eine Höhe von etwa 2000 Metern. Am 19. September 1783 startete der 2. Ballon in Paris mit 3 "Passagieren", einer Ziege, einer Gans und einem Hahn. Am 21. November wurde der erste bemannte Flug von Pilâtre de Rozier und dem Marquis d'Arlandes durchgeführt. Anwesend waren dabei auch König Ludwig XVI. und Königin Marie-Antoinette.

Der erste Heißluftballon Deutschlands wurde von der Stuttgarter Ballonsportgruppe entwickelt. Er war mit 2.300 Kubikmeter Luft gefüllt, die auf bis zu 160° C erhitzt wurde. Der Ballon machte seine Jungfernfahrt am 2. September 1973 in Neckarhausen bei Mannheim.

Am 16. September 1979 gelang den beiden thüringischen Familien Strelzyk und Wetzel mit einem selbstgebauten Heißluftballon eine spektakuläre Flucht aus der DDR nach Bayern.

Heißluftballons wurden nach ihren Erfindern auch Montgolfières genannt. Verfeinerte Betrachtungen beziehen die Umstände mit ein, dass mit steigendem Ballondurchmesser sowohl größere Brenner als auch konstruktionsbedingt andere Materialien für die Hülle benötigt werden.

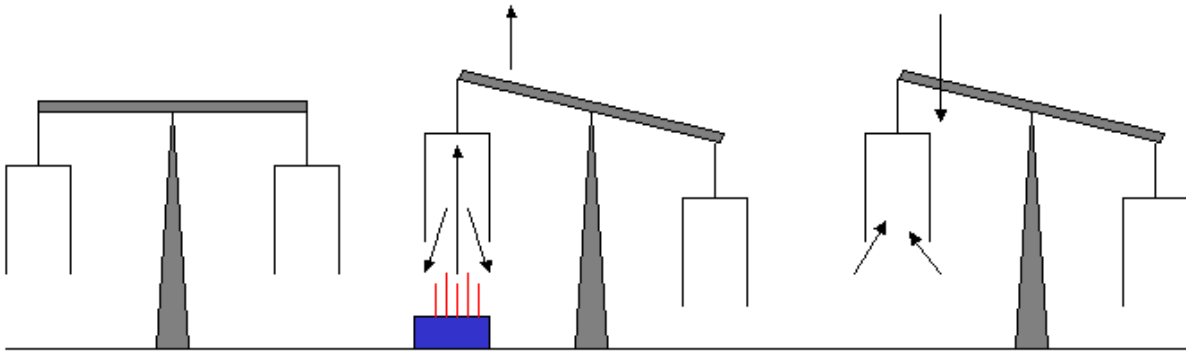
Physik der Ballons aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie (Stand: Winter 2004)

Bei konstantem Druck sinkt die Dichte von Körpern mit steigender Temperatur (Ausnahme: Anomalie des Wassers). Durch den Dichteunterschied der kälteren äußeren Luft und der inneren wärmeren Luft des Heißluftballons, entsteht so eine Auftriebskraft. Dieser wirkt jedoch der Schwerkraft (das Gewicht) des Heißluftballons entgegen. Das Gewicht des Heißluftballons setzt sich - vereinfacht dargestellt - aus dem Gewicht der ihm angehängten Nutzlast (Korb mit Brenner, Gasbehältern und Insassen) sowie aus dem Gewicht der Ballonhülle zusammen. Das Gewicht der Ballonhülle steigt quadratisch mit dem Durchmesser. Eine größere Hülle trägt mehr Nutzlast. Gängige Größen sind 3000 - 5000 Kubikmeter. Die Auftriebskraft steigt - bei konstantem Dichteunterschied zwischen innerer und äußerer Luft - kubisch mit dem Ballondurchmesser. Bei kleinen Ballondurchmessern steigt das quadratisch wachsende Gewicht der Hülle schneller an, als der kubisch wachsende Auftrieb. Erst bei größeren Durchmessern überwiegt das Anwachsen der Auftriebskraft. Ein Heißluftballon benötigt so einen Mindestdurchmesser um abheben zu können.

Warum steigt noch mal ein Ballon?

Wenn man Luft erhitzt dehnt sie sich aus, verdrängt die umgebene Luft. Dadurch hat die heiße Luft ein größeres Volumen, dadurch eine geringere Dichte und ist leichter als die umgebene Luft ;) na verstanden?

Dazu ein kleiner Versuch



Der Wagenversuch

Beide Behälter haben die gleiche Menge an Luft mit gleicher Temperatur. Beide sind gleich schwer.

Der Brenner erhitzt die Luft. Die Luft dehnt sich aus und wird leichter.

Nimmt man den Brenner wieder weg so kühlt sich die Luft wieder ab bis beide Behältnisse gleich schwer sind.

Der Bau von formschönen Seidenpapierballons

Heißluftballons kann man in den verschiedensten Formen bauen. Es gibt mittlerweile schon fliegende Ottifanten, Ballons die ausschauen wie Katzenköpfe oder Micky Mäuse. Aber fangen wir mit dem klassischen, runden (kugelförmigen) Ballons an.

Wie wir wissen, wird ein Ballon nicht aus einem Teil gefertigt, sondern besteht aus vielen Einzelteilen (Segmenten) die miteinander verklebt (bei Stoffballons vernäht) werden müssen.

Die erste Frage die wir uns stellen müssen ist, wie groß der Ballon werden soll.

Erfahrungsgemäß sollte ein aus Seidenpapier gefertigter Ballon mindestens 60 bis 80 cm Durchmesser haben um das nötige Volumen zu besitzen um abheben zu können.

Die zweite Frage ist, aus wie vielen Teilen sollte eigentlich ein Ballon bestehen?

Dies ist deshalb so wichtig um einen formschönen *runden* und nicht einen eckigen Ballon zu bauen (z. B. Partyballone). Hier kann man annehmen, dass mindestens 6 Segmente notwendig sind.

Ich hingegen favorisiere allerdings 8 Segmente bei Durchmessern von 60 bis 80 cm!

Berechnen der Segmentschablone

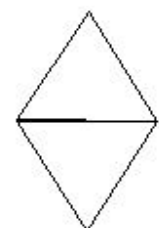
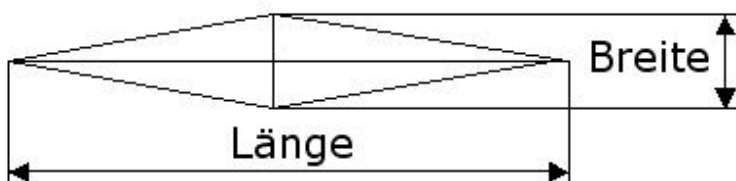
An dieser Stelle möchte ich auf die vorhandenen Skizzen in diesem Heft hinweisen die vollständig vermaßt sind! Dies erspart einiges an Rechenarbeit.

Jetzt wird es etwas Theoretisch, ein Rechenbeispiel:

Stellen wir uns vor das wir uns einen Ballon mit einem Durchmesser von 60 cm bauen wollen. Um die ersten Maße zu ermitteln, müssen wir erst einmal den Umfang ausrechnen.

Umfang = Durchmesser * PI also: $60\text{cm} * 3,14 = 188,4\text{ cm}$

Wir wollten einen Ballon aus 8 Segmente zusammensetzen, also: $188,4 / 8 = 23,55\text{ cm}$ Segmentbreite, und die Segmentlänge = Umfang / 2 also $188,4 / 2 = 94,2\text{ cm}$. Sollten wir aus dieser Segmentform einen Ballon bauen, so erhalten wir einen Körper der so aussieht als sei er aus zwei Kegeln zusammengesetzt!

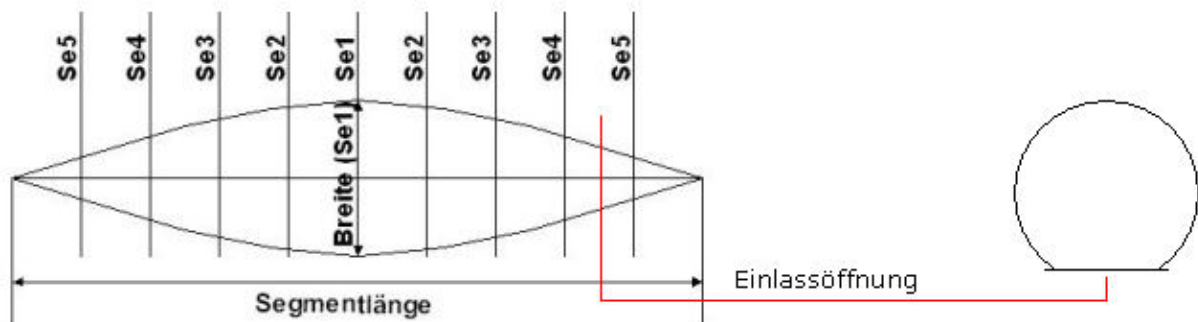


Uns fehlen also noch ein paar Maße um eine Rundung herzustellen.
 Leider habe ich trotz längerem Suchen keine vernünftige Formel gefunden um Kugelsegmente zu berechnen.
 Durch geometrisches abmessen, habe ich ein paar Konstanten ermittelt, mit denen man sich sein Segment errechnen kann, die sich zusammengesetzt einer Kugelform nähert.
 Hier hat der Autor ein wenig Vorarbeit geleistet, unter der Adresse:
www.segmentberechnung.de.tt kann man eine kleine EXEL Tabelle herunter laden in der alle nötigen Berechnungen durchgeführt werden.

Berechnung der Maße Se1 bis Se5

Se = jeweilige Segmentbreite

Se1	=	$([60 \text{ cm} * 30] / 30) * 3,14 / 8$	=	23,55 cm
Se2	=	$([60 \text{ cm} * 28] / 30) * 3,14 / 8$	=	21,98 cm
Se3	=	$([60 \text{ cm} * 24] / 30) * 3,14 / 8$	=	18,84 cm
Se4	=	$([60 \text{ cm} * 17,2] / 30) * 3,14 / 8$	=	13,50 cm
Se5	=	$([60 \text{ cm} * 10,25] / 30) * 3,14 / 8$	=	08,00 cm



Mit diesen Ergebnissen könnten wir jetzt eine schöne Kugel aus Seidenpapier bauen, die man z.B. als modernen Lampenschirm verwenden könnte. Es fehlt also noch die Einlassöffnung. Hier empfehle ich einen Durchmesser von 20 bis 30 cm, da gewährleistet sein muss, dass die Flamme des Brenners nicht gegen das Papier schlägt und es in Brand setzt! Messen wir an einer Seite der Schablone eine Breite von 7,8 cm ab, so erhalten wir beim Späteren zusammenkleben der Segmente eine Einlassöffnung von 20 cm Durchmesser. Wenn wir diesen Ballon später steigen lassen schaut er aus wie eine „fliegende Bowlingkugel“ ;). Die Flugeigenschaften überzeugen leider nicht, da solch ein Fluggerät leicht ins schaukeln gerät, weil sich der Schwerpunkt zu nahe in der Mitte befindet.

Richtige Ballons haben ihren Schwerpunkt soweit wie nur Möglich unten!
 Daher haben sie ihre Typische Ballonform. Die Länge des unteren Teiles des Ballons ist variabel und kann frei gewählt werden. Ich habe im folgenden Rechenbeispiel die Hälfte des Umfangs gewählt.



Zusammenfassung aller nötigen Berechnungen (Rechenbeispiel)

Gegeben = 60 cm Umfang; 8 Segmentteile; 20 cm Einlassöffnung
 Variable Unterteillänge z. B.: 1/2 Umfang

Gesucht = 1/4 Umfang; Maße Se1 bis Se5; Unterteillänge sowie Einlassöffnung

Umfang	=	Durchmesser * Pi also: 60 cm * 3,14	=	188,4 cm
Se1	=	Umfang / Segmentanzahl also 188,4 cm / 8	=	23,55 cm
Einlassöffnung	=	Durchmesser * Pi also: (20 cm * 3,14) / 8	=	7,85 cm

Se1 kann auch durch Verhältnis Rechnung Berechnet werden

Se1	=	$([Durchmesser * 30] / 30) * 3,14 / \text{Segmentanzahl}$ also	
Se1	=	$([60 \text{ cm} * 30] / 30) * 3,14 / 8$	= 23,55 cm
Se2	=	$([60 \text{ cm} * 28] / 30) * 3,14 / 8$	= 21,98 cm
Se3	=	$([60 \text{ cm} * 24] / 30) * 3,14 / 8$	= 18,84 cm
Se4	=	$([60 \text{ cm} * 17,2] / 30) * 3,14 / 8$	= 13,50 cm
Se5	=	$([60 \text{ cm} * 10,25] / 30) * 3,14 / 8$	= 08,00 cm

$\frac{1}{4}$ Umfang = Umfang / 4 also 188,4 cm / 4 cm = 47,1 cm
 Unterteillänge = Umfang / 2 also 188,4 cm / 2 cm = 94,2 cm
 Abstände zwischen
 Se1, Se2, Se3, Se4 & Se5

Oder = $\frac{1}{4}$ Umfang / 5 also 47,1 cm / 5 = 9,42 cm
 = $\frac{1}{2}$ Umfang / 10 also 94,2 cm / 10 = 9,42 cm

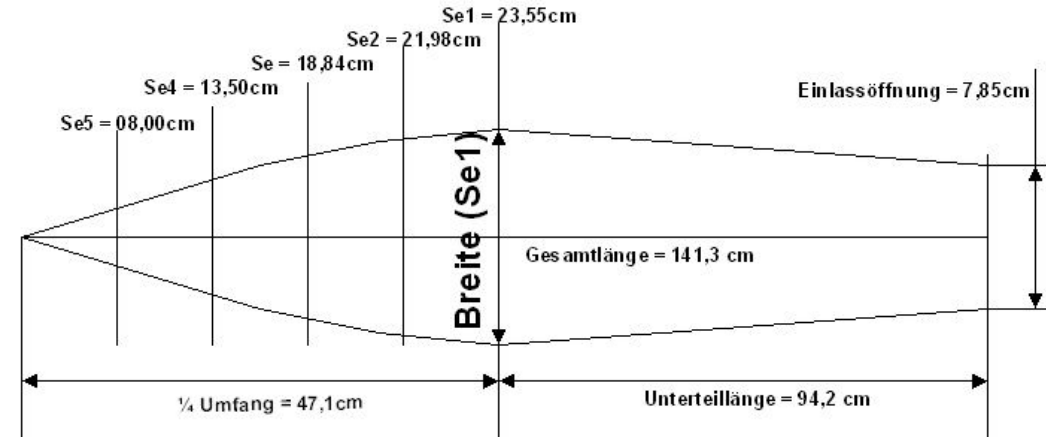


Abbildung zeigt alle Maße des oben durchgeführten Rechenbeispielles

Zur Erinnerung ein paar Rechenregeln

Punktrechnung [*; /] geht vor Strichrechnung [+; -]
 Eckige Klammern [] werden vor Runde Klammern () gelöst

Ein Beispiel

$$\begin{aligned}
 3+8*3 &= 27 \\
 (3+8)*3 &= 33
 \end{aligned}$$

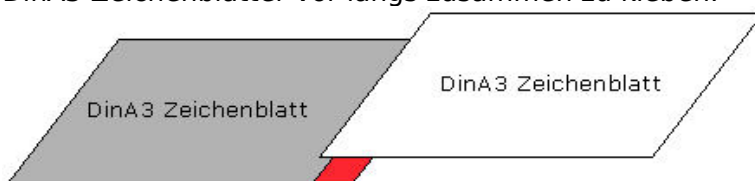
Ein abschließendes Wort zum Thema Segmentberechnung. Mit der Zusammenfassung können wir nun Ballons in jeder Größe berechnen. Wir müssen als erstes darauf achten, an eine Klebefläche von 5 bis 10 mm zu denken und bei steigenden Ballondurchmessern die Segmentzahl zu erhöhen um, wie ich schon erwähnte, eine möglichst *runde* Ballonform zu erhalten.

Zeichnen der Segmentschablone

Wozu sollen wir eine Schablone zeichnen?

Wir können davon ausgehen dass das Übertragen der errechneten Maße auf Seidenpapier bzw. Kunststoffolie recht schwer ist. Man benötigt Hilfslinien und sollte man sich verzeichnen ist es schwer diese Striche weg zu radieren. Außerdem wollen wir ja nicht nur *einen* Ballon bauen, so dass wir diese Schablone immer wieder verwenden können. Da wir mit Maßen jenseits von 24 cm arbeiten (DinA4) sollten wir uns einen DinA3 Zeichenblock besorgen, aus den wir uns die Schablone erarbeiten. Zur Not könnte man auch eine alte Zeitung verwenden, allerdings ist dies nicht gut, da dieses Papier sehr dünn und schon bedruckt ist.

Um auf die jeweils notwendige Länge zu kommen ist es notwendig zwei oder mehrere DinA3 Zeichenblätter vor längs zusammen zu kleben.



Rot = Klebefläche mind. : 1cm

Jetzt beginnt das eigentliche zeichnen und übertragen der errechneten Maße. Als erstes zeichnen wir genau in die Mitte eine deutliche Linie, übertragen alle Querabstände und zeichnen alle Maße wie in der oberen Skizze dargestellt auf das Papier.

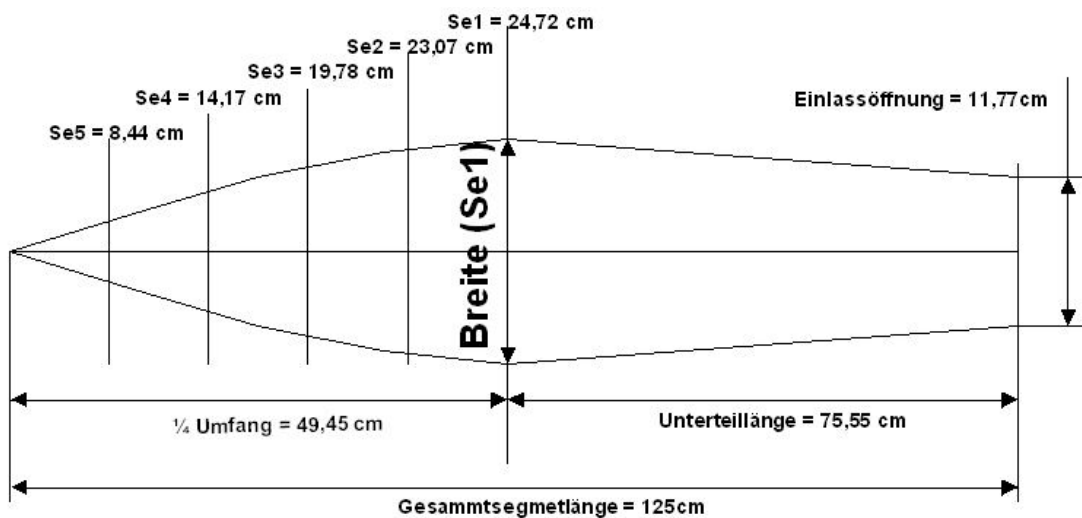
Danach werden alle Punkte auf der Schablone miteinander verbunden. Wenn wir damit fertig sind, müssen wir noch 5 bis 10 mm einer Seite für die Klebefläche vorsehen. Anschließend noch sauber ausschneiden und schon sind wir dem selbstgebauten Ballon ein gutes Stück näher gekommen.

**Vollständige Skizze (zum Nachbauen empfohlen)
Materialbedarf: 1 Rolle Seidenpapier 50*500 cm**



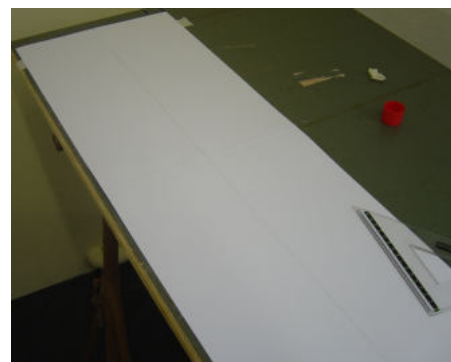
Ich habe mir den Kopf zerbrochen wie man einen schönen großen Ballon aus nur einer Seidenpapierrolle basteln kann. Nach langer Überlegung kam ich zu einem guten Ergebnis, dass ich hier in Form einer Bastelanleitung zeigen will. Die unten stehende Skizze zeigt alle notwendigen Maße, die gebraucht werden um die benötigte Segmentschablone anzufertigen.

Die jeweiligen Abstände zwischen Se1-Se2-S3 usw. beträgt: 9,89 cm



Zeichnen der Segmentschablone

Um auf die Länge von 125 cm zu kommen, benötigen wir 4 DinA3 Zeichenkartonblätter die wir vor längs zusammenkleben. Hierfür verwende ich einen Klebestift „Pritt“, der sich für diese Arbeiten am besten eignet. Um schnell und effizient die Maße von der Skizze (oben) zu übertragen, zeichnen wir genau mittig eine Linie und übertragen alle angegebenen Maße und verbinden alle entstandenen Punkte miteinander. Wenn der Umriss der Schablone gezeichnet ist, kann man eine 5 bis 10 mm Linie an einer Seite für die Klebefläche vorsehen. Danach wird die Zeichnung sauber ausgeschnitten.



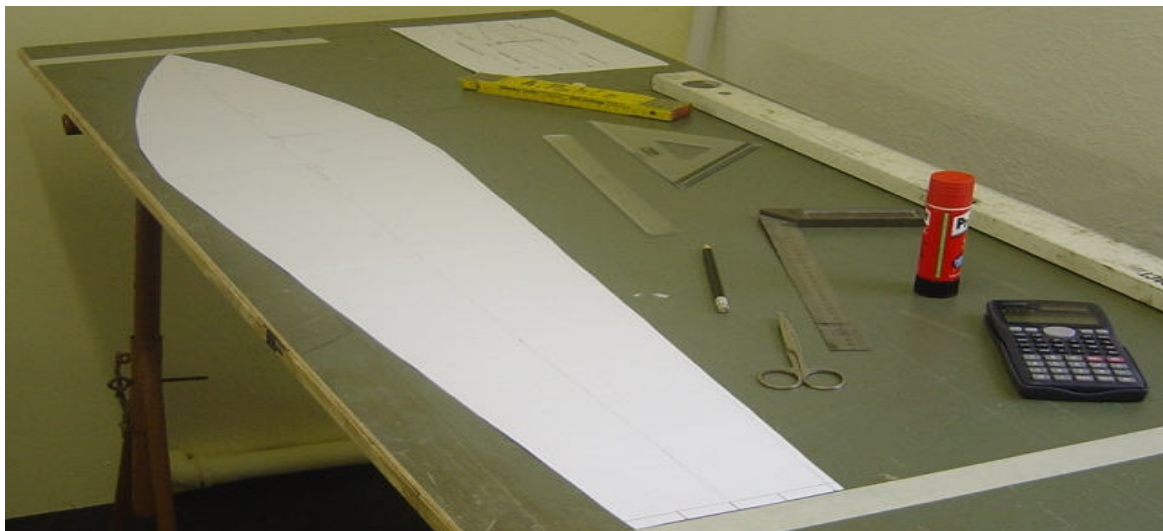
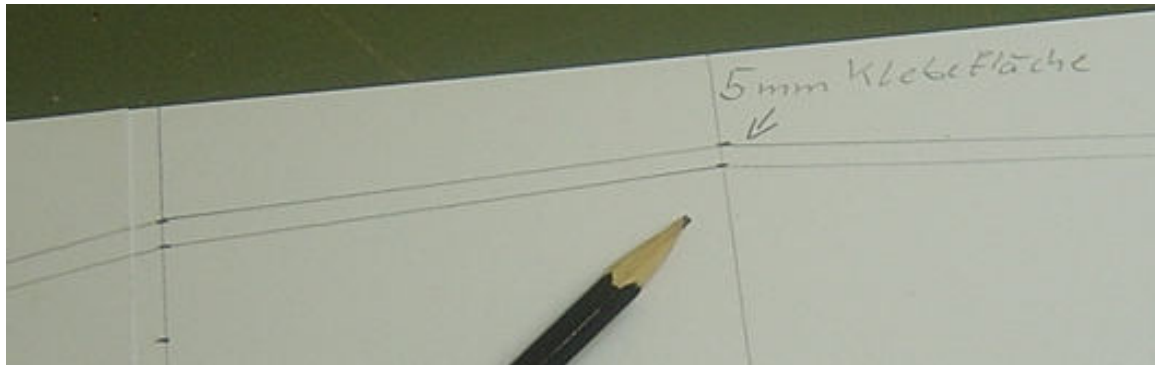
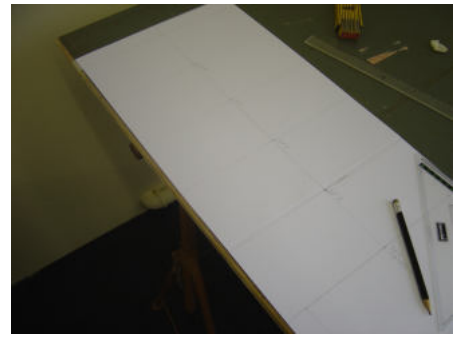
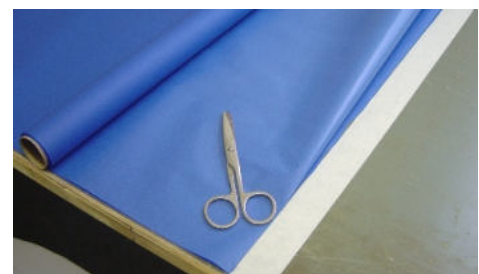
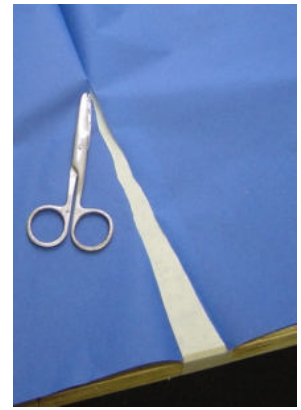
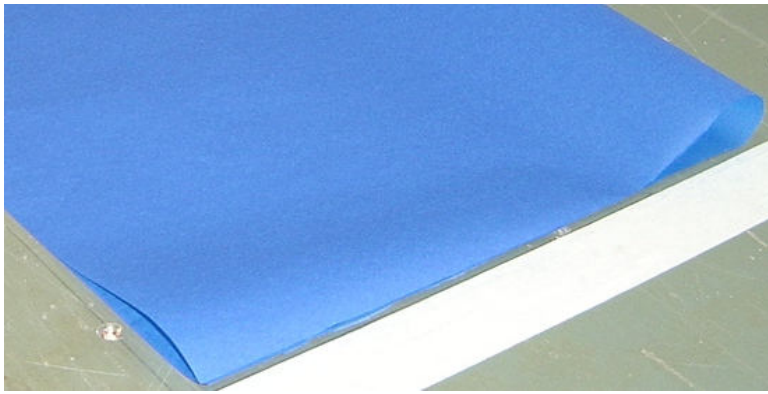


Abbildung zeigt die fertig ausgeschnittene Segmentschablone

Abrollen und Schneiden der Papierbögen

Auf einer Rolle befinden sich 5 m Seidenpapier. Vier gleich lange Stücke haben eine Länge von 125 cm. Um sich arbeit zu ersparen und nicht jeden einzelnen Bogen abmessen zu müssen, habe ich meine Arbeitsplatte mit Papierklebeband (für Malerarbeiten) markiert. Man rollt einfach das Seidenpapier ab und knickt es an der richtigen Stelle. So kann man einfach an der geknickten Kante mit einer *guten* Schere die benötigten Bögen zuschneiden. Es entstehen 4 Bögen Seidenpapier die genau längs gefaltet werden müssen.

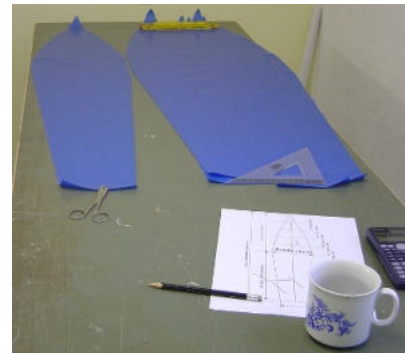
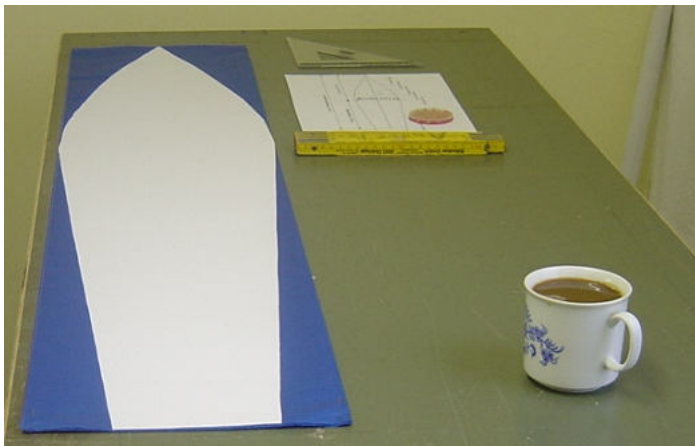
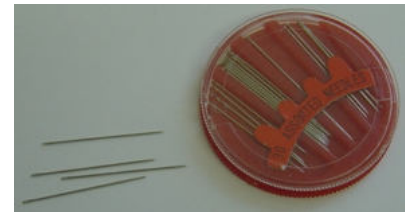




Auflegen der Schablone und Ausschneiden der Seidenpapiersegmente

Wenn wir alle 4 Bögen gefaltet haben, legen wir alle sauber übereinander und fixieren sie an allen 4 Ecken mit Nadeln, so das sich die Bögen beim zurechtschneiden nicht verschieben können.

Danach legen wir die Schablone auf die Bögen und zeichnen mit einem *weichen* Bleistift die Umriss der Schablone. Beim schneiden sollte man sehr vorsichtig zu werke gehen, da sich diese vielen Blätter trotz allem verschieben können und dadurch die gesamte Arbeit zunichte macht.



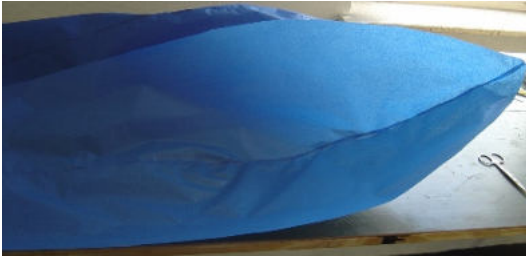
Kleben

Bevor wir die zurechtgeschnitten Segmente miteinander verkleben, zeichnen wir auf jedes Segment einen gut sichtbaren Strich an der Einlassöffnung. Dieser dient als Klebehilfe und zeigt später wo der Drahring für den Brenner eingeklebt werden kann (ca. 1 bis 2 cm). Und nun beginnt eine etwas eigenwillige Arbeit ;) Man legt zwei Segmente nebeneinander und versieht eine mit einer guten durchgängigen Klebstoffspur. Dann klebt man von der Einlassöffnung bis zur Spitze vorsichtig jeweils zwei Segmente zusammen und lässt diese Trocknen.



Es entstehen so 4 geklebte Segmentteile die wiederum miteinander verklebt werden. So entstehen 2 Hälften des Ballons. Diese beiden Hälften werden erst einmal nur an einer Seite zusammen geklebt. Nach dem Trocknen kann nun die letzte Nat des Ballons geschlossen werden.





Klebstoffe und Klebmethoden

Um Papier miteinander zu verkleben kann man die verschiedensten Papierkleber nehmen. Man muss also nicht extra „Uhu“ Bastelkleber kaufen. Es eignet sich für diesen Zweck auch ganz normaler Zelleim den man für Tapezierarbeiten verwendet. Auch Knochenleim, Mehlkleister oder in Wasser aufgelöster Zucker kann dafür verwendet werden.

Jeder Kunststoff braucht seinen Klebstoff. Da es allerdings viele Kunststoffe gibt die in Form von dünnen Kunststofffolien angeboten werden, sollte vor jedem Bau der Klebstoff den man verwenden will getestet werden. Man nimmt einfach zwei kleine Streifen Folie und verklebt sie miteinander. Hält der verwendete Kleber nicht, sollte man sich einen anderen geeigneten Klebstoff besorgen. Man könnte auch die Folien mit einem alten Bügeleisen oder einen Heißluftfön miteinander verschweißen.

Klebmethoden

Wie überall gibt es verschiedene Möglichkeiten und Methoden um etwas zu tun. Der Vollständigkeit halber möchte ich zwei Methoden vorstellen:

Methode 1: Die einzelnen Segmente werden überlappend miteinander verklebt.

Eine recht einfache Methode, die auch am weitesten verbreitet ist.

Methode 2: Die Segmente werden *nacheinander* übereinander gelegt und jeweils an einer Seitenkante verklebt und anschließend so gewendet, dass zum Schluss alle verklebten Seitenkanten nach innen weisen.

Segmente eines selbstgebauten Gasballons würde ich mit der 2. Methode verbinden da auch große Heißluftballone auf dieser Art gefertigt werden.

Methode 1



Methode 2



Der Bau des Brenners

„Der Bau des Brenners“ ist eigentlich extrem übertrieben. Es handelt sich lediglich um einen Drahtring mit einem Drahtkreuz an den etwas Watte befestigt wird. Diese Konstruktion könnte man eigentlich über Daumen und Zeigefinger zurechtbiegen. Allerdings ist die Passgenauigkeit besser wenn man sich die Mühe macht sich eine Form anzufertigen wo man den Draht genau zurechtbiegen kann. Um diese Konstruktion stabiler zu machen, kann man alle Drahtkreuzungen verkleben oder bei Kupferdraht verlöten.

Man kann dünnen Kupfer-, Aluminium- oder Gärtnerdraht verwenden. Wichtig ist nur das der „Brenner“ ausreichend stabil und nicht allzu schwer ist.



Bevor der Brenner eingeklebt wird, sollte man alle 1 bis 2 cm bis zur Markierung (Klebhilfe) einschneiden. Danach versieht man die entstanden Papierstreifen mit ausreichend Klebstoff, so dass man den Brenner einkleben kann. Man legt den Drahtring ein, schlägt

die Papierstreifen um und drückt diese leicht fest. Nach dem Trocknen ist dieser Ring recht stabil.

Als Brennstoff sollte man nur Spiritus verwenden. Andere Brennstoffe wie Benzin oder Petroleum rußen sehr stark und ziehen womöglich beim Flug im Freien eine Rauchfahne hinter sich her.

Die ersten Tests und Flugversuche

Nachdem der Ballon komplett zusammengesetzt und ausgetrocknet ist wollen wir nun wissen „ob das Ding“ überhaupt fliegt. Dazu nehmen wir Muttis Fön und füllen die Hülle mit heißer Luft. Nach einiger Zeit sollte der Ballon nun abheben, ein wenig schweben und langsam wieder auf den Boden sinken. Den Brenner innerhalb von Wohnungen oder Gebäuden zu testen rate ich dringend ab, da extreme Feuergefahr besteht. Zum Thema Brandschutz komme ich allerdings noch.

Wie viel kann mein selbstgebauter Ballon tragen?

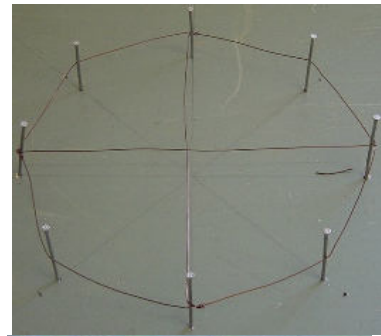
Wie alles in der Physik könnte man dies ausrechnen. Dies überlassen wir aber lieber den geneigten Physikern.

Ein einfacher Test den jeder in einem gut sortierten Haushalt durchführen kann.

Ein kleines Beispiel:

Man nimmt eine normale Haushaltswaage und wiegt einen Gegenstand z. B. eine Gabel ab. Man schreibt sich dieses Gewicht auf. Danach befestigt man seinen Ballon an diesen Gegenstand (Gabel) und wiegt nochmals. Die Differenz, sagen wir einmal 3 g, zeigt uns das der Ballon genau 3 g in der Schwebelage halten könnte. Bei 2 g würde er abheben und wegfliegen, da er 1 g leichter als die umgebende Atmosphäre ist. Wiegt man nur die Hülle des Ballons und rechnet man die 3 g „Nutzlast“ hinzu, kommt man auf das Ergebnis wie viel die erwärmte Luft im Stande ist zu Tragen.

Kreative Ideen für weitere Versuche sind natürlich keine Grenzen gesetzt.



Start und Landung im Freien

Grundsätzlich dürfen mit offener Flamme betriebene Seidenpapierballons nicht innerhalb von Wohnungen und Gebäuden betrieben werden. Die Gefahr dass die Hülle in Brand gerät und ein großes Feuer verursacht wird, ist sehr groß. Die ersten Experimente innerhalb von Gebäuden sollten deshalb nur mit einem Haarfön durchgeführt werden.

Gerade das Wetter spielt eine wichtige Rolle ob ein Start erfolgreich verläuft oder in einem Desaster endet. Es sollte Windstill sein um erfolgreich starten zu können. Optimal wäre ein Start auf einer großen Wiese bzw. einem Acker, so dass man keine Gebäude gefährdet.



Man sollte auch nicht mitten im trocknen Sommer seinen Ballon starten. Da die Wälder und Felder ausgetrocknet sind, würde ein Funke genügen um diese in Brand zu setzen. In der Nähe von Flughäfen (2 km Umkreis) sollte ebenfalls nicht gestartet werden, da es zu Schäden an Flugzeugen und dadurch zu abstürzen kommen kann.

Man sollte es zwar nicht glauben aber selbst Hochspannungsmasten werden durch solch einen simplen Ballon gefährdet. Das heißt, dass wir auch dort nicht Starten sollten.

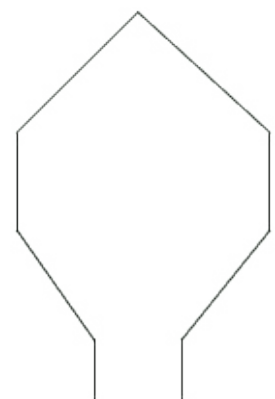
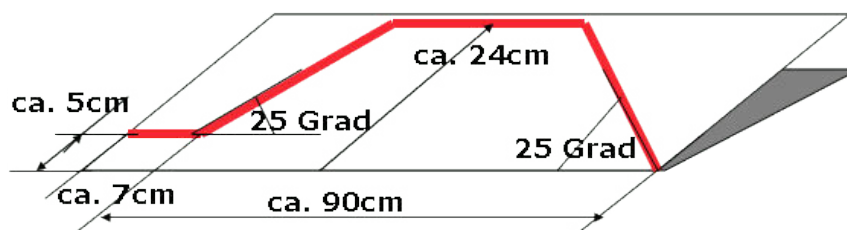
Der optimale Start ist also nach einem ausgiebigen Regen oder Schneefall bei Windstille mitten auf einer großen Wiese weitab von Dörfern und Gehöften. ;)

Der erste Start mit Flamme.

Man packt seinen Ballon aus, füllt ihn anständig mit Luft (Durch auf und ab Bewegung). Danach tränkt man den Wattebausch mit Spiritus nur so viel dass er nicht tropft und zündet ihn an. Es dauert eine weile bis sich ausreichend Heiße Luft in der Hülle gesammelt hat so das er abheben kann. Will man ihn noch ein zweites bzw. 3. Mal verwenden sollte man ihn an einer dünnen Angelschnur befestigen. Optimal sind 2 Personen die den Ballon starten. Mit ein wenig Übung sollte dies allerdings auch alleine gehen.

Andere Ballontypen aus Seidenpapier „Der Standardballon“

Da ich vor Jahren solch eine ähnliche Skizze in einem alten Physikbuch schon einmal gesehen habe, vermute ich, dass schon mein Großvater solch einen Ballon gebaut hat. Es werden 6 Große Seidenpapierbögen mit den Maßen 97*50 cm benötigt. Die Rote Linie stellt die Klebefläche von 0,5 bis 1 cm dar.



ungefähres Aussehen

Quelle:

Quelle:

http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph09/heimversuch_e/02gasges/index.htm

„Die Zigarre“

Eine recht einfache Bauform die auf einigen Tropischen Inseln zu feierlichen Anlässen in den Himmel geschickt wird. Damit diese „Zigarre“ auch raucht *könnte* man anstelle von Spiritus auch Petroleum verwenden. Aber wie ich schon erwähnte würde ich dies nicht machen.

Durchmesser 40 cm; Länge 1 m

Quelle:

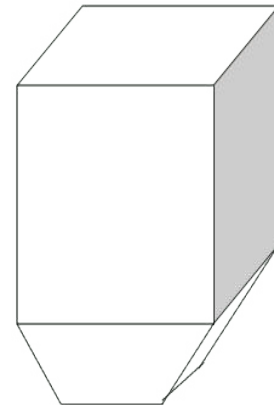
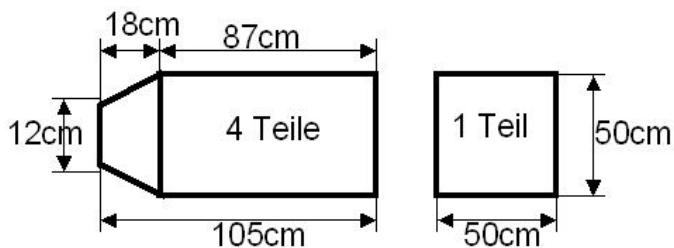
<http://www.rsas.eic.th.schule.de/proh1b.htm>



„Der Würfel“

Eine weitere einfache Bauform. Ideal für Bastelarbeiten mit Kindern oder für Experimente im Physikunterricht. Materialbedarf: eine Rolle Seidenpapier.

Maße 50*50*105 cm



Quellen:

<http://www.rsas.eic.th.schule.de/proh1b.htm>

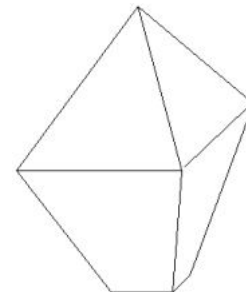
<http://www.zzzebra.de/index.asp?themaid=321&titelid=3221>

„Die Pyramide“

Die Pyramide ist schon etwas Anspruchsvoller zu konstruieren. Ich stelle diese Bauform nur wegen der Vollständigkeit Halber vor.

Ungefähre Richtmaße: 50*50*100 cm

Quelle <http://www.rsas.eic.th.schule.de/proh1b.htm>



Weitere Ballontypen aus andere Materialien

Das Grüne-Punkt-Müllsäcke fliegen können konnte ich nachweisen, allerdings können diese brandgefährlich werden wenn die Folie Feuer fängt und schmilzt. Ich möchte allerdings noch einen Heißluftballon aus Rettungsdecken vorstellen den ich *extrem* interessant finde. Man benötigt 4 Rettungsdecken und etwas Kunststoffkleber. Die Tragkraft muss gut sein, da die Folie extrem leicht ist, stabil und dieser Ballon ein recht großes Volumen fasst. Würde man die Bauform verändern, so dass die Einlassöffnung einen Durchmesser von ca. 5 cm hat, so könnte man ihn mit Helium füllen und hätte eine Art Wetterballon an dem man etwas Nutzlast befördern könnte.



Quelle:

<http://home.arcor.de/tobias.horriar/ballon.htm>

Der Solarballon

Einer der, wie ich denke, verrücktesten Heißluftballons die ich kenne. Wie am Anfang dieses Heftes geschrieben, können wir Ballons in jeder Größe selbst berechnen und bauen. Anstelle von Seidenpapier oder Rettungsdecken nehmen wir einfach schwarze Kunststoffolie und bauen einen Ballon mit mindestens 2m Durchmesser. Diesen Ballontyp werde ich demnächst selber testen.

Der Solarballon aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie(Stand: Winter 2004)

Ein Solarballon ist ein schwarzer Ballon, der mit Luft gefüllt wird. Durch die dunkle Farbe des Ballons heizt sich dieser auf, wodurch sich auch die im Innern des Solarballons befindliche Luft ausdehnt und dadurch eine geringere Dichte als die umgebende Luft bekommt, wodurch wie bei einem Heißluftballon ein Auftrieb zu Stande kommt. Wegen des geringen Auftriebs ist bis heute seine Anwendung auf den Spielzeubereich beschränkt, sein Einsatz wurde aber auch für die Erforschung des Planeten Mars vorgeschlagen.

Linktipp:

<http://www.solarballon.de/>



Eine alte Konstruktion eines
Wetterballons

Der Gasballon

Um einen Gasballon zu bauen bedarf es nicht viel. Es reicht eigentlich schon aus ein Kunststoffbeutel mit einem Traggas zu füllen. Oder man bastelt sich seinen eigenen Ballon aus Kunststofffolie. Wichtig ist allein, dass die Hülle leicht und absolut Gasdicht ist. Leider entweicht Helium oder Wasserstoffgas allmählich durch die Hülle nach außen, so dass irgendwann der Ballon keinen Auftrieb mehr hat. Dies kann man gut bei kleinen Ballons sehen die man z. B.: auf Jahrmärkten bekommt.

Die Tragkraft von Wasserstoff und Helium

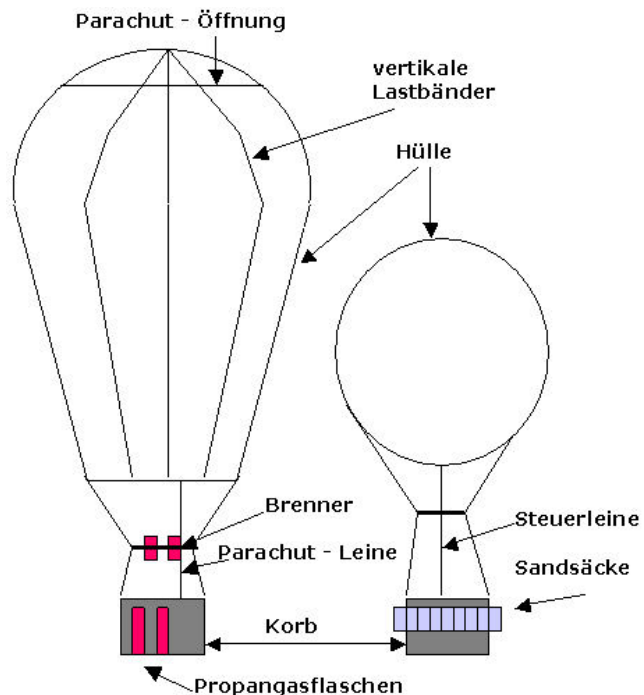
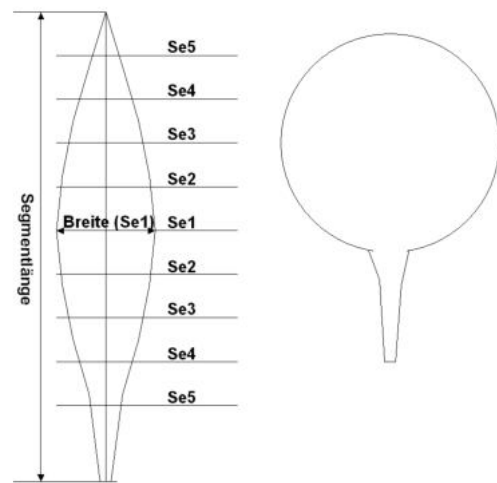
Wasserstoff und Helium sind leichter als Luft und können als Füllung für Gasballons und Zeppeline verwendet werden. Zur Anfangszeit wurde Wasserstoff verwendet. Da Wasserstoffgas allerdings ein brennbares Gas ist, gab es viele tödliche und verheerende Unfälle. In dieser Zeit wurde nach einem anderen nicht brennbaren Gas gesucht, der an Stelle des gefährlichen Wasserstoffgases verwendet werden konnte. Helium hat zwar eine geringere Tragkraft als Wasserstoff, da es allerdings zu den Edelgasen zählt brennt es nicht und ist deshalb wesentlich sicherer als das Wasserstoffgas. In den 1920/30ern hatte die USA ein Monopol der Heliumproduktion, da sie es aus ihren geförderten Erdgas gewannen. Weil in dieser Zeit das Helium recht teuer war verwendete man eine Helium-Wasserstoffmischungen und betrieb damit die Flotte der großen Zeppeline die zwischen den USA und Europa fuhren.

Man kann sich merken, dass 1 Kubikmeter Wasserstoff 1 kg tragen kann; Helium hingegen trägt 0,9 kg. Helium trägt also etwas weniger. Allerdings fällt dies kaum ins Gewicht, wenn man sich den Gewinn an Sicherheit anschaut.

1 Kubikmeter Wasserstoff trägt 1 kg (Dichte 0,089 kg/m³ = 14mal geringer als Luft)
1 Kubikmeter Helium trägt 0.9 kg

Wenn wir einen Menschen mit einem Gewicht von 80 kg in die Luft heben möchten und der Ballon mit Korb 20 kg wiegt, bräuchten wir 100 m³ Wasserstoffgas. Bei Helium bräuchten wir nur ein paar Kubikmeter mehr, da wie schon erwähnt dieses Gas eine etwas geringere Tragkraft als Wasserstoff besitzt.

Herkömmliche Gasballons werden lange nicht so knapp bemessen. Um solche Ballons zu steuern werden Sandsäcke verwendet um auf das richtige Gewicht zu trimmen. Vergleicht man die Größe von Gas- und Heißluftballons so fällt auf das die Gasballons wesentlich kleiner sind. Dies ist auch klar, da das Heliumgas eine weitaus geringere Dichte und damit weitaus größere Auftriebskraft besitzt als erhitzte Luft.



Praktische Anwendungen kleiner und großer Gasballons

Das Heißluftballons und Zeppeline auch noch heute für die Personenbeförderung sowie für die Werbung eingesetzt werden, ist allgemein bekannt. Auch in der Zeit von Wettersatelliten werden noch heute Wetterballons in die Atmosphäre geschickt um wichtige Informationen für die Wettervorhersage zu sammeln.

Es ist allerdings kaum bekannt, dass schon früh kleine Gasballons zum spannen von Langdrahtantennen benutzt wurden, um physikalische Experimente durchzuführen. Diese Anwendung ist noch heute für den CB- und Funkamateure interessant, da man auf dieser Art schnell und kostengünstig lange Antennen spannen kann. Lange Antennen sind deshalb für den Funker interessant, da umso länger und höher eine Antenne ist, größere Reichweiten erzielt werden können.

Wie alles aus der Technik wurden auch Ballons und Zeppeline im Krieg eingesetzt. Sei es für die Aufklärung an der Front oder um Bomben zu transportieren. Auch in der Luftabwehr spielten sie eine Rolle. Man befestigte stabile Stahlseile an größere Gasballons und ließ sie steigen und verankerte die Stahlseilenden im Boden. So konnte man teilweise Städte und Industrieanlagen vor Luftangriffen schützen.



1894 Der russische Physiker Popow und sein Assistent Rypkin beim Experimentieren mit Langdrahtantennen
Quelle: Aus dem Reiche der Entdeckungen 1949 Verlag Berlin

Material und Werkzeugliste



Bevor wir mit dem Basteln beginnen, überprüfen wir ob alle Werkzeuge und Materialien vorhanden sind.

Material:

Seidenpapier, Zeichenkarton, Papierkleber, Draht, Watte, Spiritus, Feuerzeug

Werkzeuge:

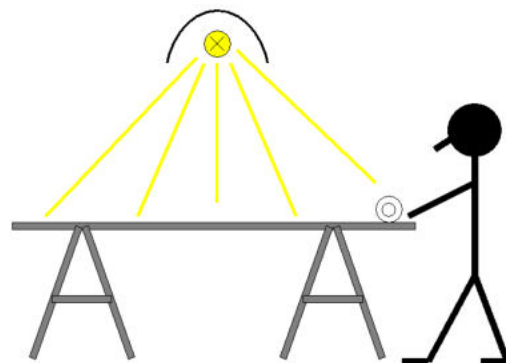
Schere, min. 4 Nadeln, Zollstock, Lineal, Dreieck, Bleistifte (1x hart; 1x weich), einen dünnen Filzstift, eine Kombizange zum verarbeiten von Draht und eine lange Wasserwaage zum zeichnen von langen Geraden

Optimal:

Einen Taschenrechner für Zwischenrechnungen
oder einen PC mit einem Office in dem wir die angebotene Exel Tabelle öffnen können

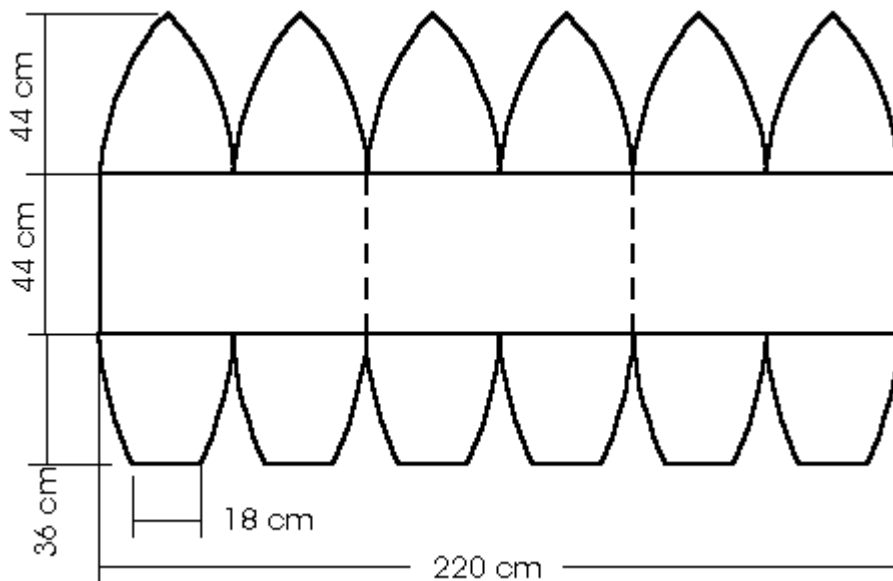
Der Platz zum Basteln:

Leider verfügt nicht jeder Haushalt über einen Bastelkeller oder eine kleine Werkstatt. so müssen wir uns eine geeignete Ecke suchen wo wir unseren Ballon bauen können. Ein Schreib- oder ein Esstisch mit den Maßen 90*180 cm reichen vollkommen aus um die notwendigen Seidenpapierbahnen zu schneiden und zu verkleben. Wir sollten allerdings diesen Tisch vorher mit alten Zeitungen oder einer Abdeckfolie bedecken, dass die Oberfläche des Tisches vor Kratzern und Klebstoff geschützt wird. Eine gute Beleuchtung schafft ein gutes Arbeitsklima. Sollten wir keinen Ausreichend großen Tisch besitzen, so tut es auch ein Tapeziertisch.



Bauanleitung für einen Heißluftballon

Ein (verregener?) Samstagnachmittag sollte schon eingeplant werden, um diesen stattlichen Ballon zu basteln - soviel zum ungefähren Zeitbedarf. Die abgebildete Mantelabwicklung gibt eine Vorstellung vom Seidenpapierbedarf des Luftfahrzeugs, genau benötigen wir 9 Bögen á 44 x 73 cm.



Die Ballonhülle muß nun von oben nach unten zusammengeklebt werden. Das Papier sollte an sämtlichen Nahtstellen ca. 0,5 cm überlappen. Die unteren Spitzen sind "gekappt": das so entstehende Sechseck bildet den "Feuerungsschacht", in den wir einen Rahmen aus Balsaholz zur Verstärkung einkleben. Die 6 Leisten dieses Holzrahmens haben das Maß 170x16x1,5 mm.

Das "Feuerpfännchen" formen wir aus einer Alu- Grillpfanne; der Durchmesser sollte etwa 12 cm sein. Für die Aufhängung eignet sich am besten ein dünner Blumendraht.



Als Brennstoff verwende ich Trocken-Grillanzünder; 3 zuckerwürfelgroße Stückchen reichen für ca. 10 min Fahrvergnügen!

Sind noch Fragen offen? Oder irgendwelche Verbesserungsvorschläge?

Dann bitte nicht zögern und eine kurze [E-Mail](#) an Reinhard Lucht schreiben. Und nun viel Spaß beim Basteln!

Quellen aus dem Internet

<http://www.wikipedia.de> (Freie Wissensdatenbank)
<http://www.google.de> (einer der besten Suchmaschinen)
<http://www.solarballon.de> (Solarballonbau)
http://www.mpch-mainz.mpg.de/mpg/deutsch/nano/nanoCamp_ballon.html
<http://www.dfsv.de/wettbewerb/beh1.htm>
http://privat.swol.de/ReinhardLucht/h_ballon.htm (Bauanleitung)
<http://home.arcor.de/tobias.horriar/> (Physikseiten)



Zum Inhalt

In diesem Heft möchte ich zeigen wie man Ballons mit einfachen Mitteln und in jeder Größe selbst bauen kann. Dazu ist es notwendig einige Berechnungen durchzuführen um die Segmentgrößen der jeweiligen Ballons zu errechnen.

Ich stelle meinen Ballon vor und zeige wie man diesen nachbauen kann.

Ein Experiment zeigt, dass erwärmte Luft leichter ist als kalte Luft und dadurch Auftrieb erhält.

Auch in der Zeit der modernen Luftfahrt werden noch heute große Heißluftballons und mit Heliumgas gefüllte Fluggeräte eingesetzt.

Viele Skizzen anderer Ballontypen und interessante Hintergrundinformationen vervollständigen dieses Heft.

Ich wünsche viel Spaß beim basteln, ausprobieren und erfolgreichen Start der selbst gebauten Ballons.

Ein Spaß für die ganze Familie.

Der Autor
André Pohle