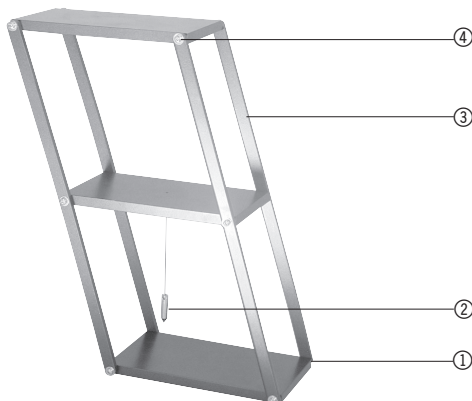


## U15033 Standfestigkeitsapparat

### Bedienungsanleitung

6/03 ALF



- ① Metallplatte
- ② Lot
- ③ Metallstange
- ④ Gelenk

Der Standfestigkeitsapparat dient zur Demonstration der Standfestigkeit eines Objekts in Abhängigkeit der Schwerpunktlage über der Standfläche.

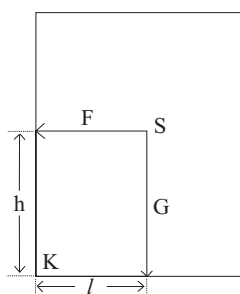
#### 1. Beschreibung, technische Daten

Der Standfestigkeitsapparat besteht aus 3 in gleichen Abständen übereinanderliegenden Metallplatten, die mit 4 Metallstangen durch Gelenke verbunden sind. Im Schwerpunkt des Gerätes, in der Mitte der mittleren Platte, ist ein Senklot aufgehängt.

Abmessungen: 180 mm x 150 mm x 290 mm

#### 2. Prinzip

Eine stabile Gleichgewichtslage eines stehenden Körpers ist nur dann gegeben, wenn das Lot auf den Mittelpunkt der Standfläche trifft. Die Standfläche hebt dann die Wirkung der am Schwerpunkt angreifenden Schwerkraft auf. Geht das Lot nicht durch diesen Punkt, greift ein von der Schwerkraft hervorgerufenes Drehmoment am Schwerpunkt des Körpers an und bringt ihn zum Kippen.



Im Schwerpunkt S greifen zwei Kräfte an, die Gewichtskraft  $G$  und horizontal die Kraft  $F$ , die versucht den Körper um die Kante  $K$  zu kippen. Sie verursacht ein Drehmoment  $M_{\text{kipp}} = Fh$  mit  $K$  als Drehachse. Diesem Drehmoment wirkt das von der Gewichtskraft hervorgerufene Drehmoment  $M_{\text{gew}} = Gl$  entgegen. Solange  $Fh = Gl$  ist, bleibt der Körper im Gleichgewicht und kippt nicht. Die Kraft  $F = Gh/l$  dient als Maß der Standfestigkeit eines mit einer Fläche aufliegenden Körpers. Je größer das Gewicht  $G$  und der Abstand  $l$  des Auftreffpunktes des Lots von der Kante  $K$  und je kleiner die Höhe  $h$  des Schwerpunkts über der Auflagefläche ist, desto größer ist die Standfestigkeit des Körpers.

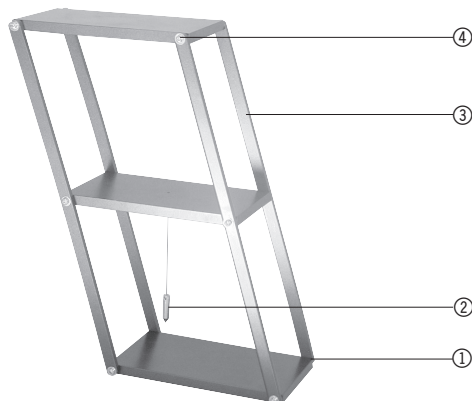
#### 3. Bedienung

- Den Standfestigkeitsapparat auf eine horizontale Unterlage stellen.
- Dem Gerät verschiedene Neigungen erteilen.
- Gleichgewicht ist stabil, wenn der Schwerpunkt über der Auflagebasis liegt.
- Gleichgewicht ist labil, wenn der Schwerpunkt über der Kippungskante liegt. (Ein kleiner Stoß reicht zum Umkippen aus.)
- Wenn der Schwerpunkt nicht mehr über der Auflagebasis oder über der Kippungskante liegt, kippt der Standfestigkeitsapparat von selbst um.
- Schwerpunktlage ist durch das Lot immer erkennbar.
- Kraft, die zum Umkippen des Geräts erforderlich ist, mit einem in der seitlichen Öse befestigtem 10 N Kraftmesser bestimmen.

## U15033 Stability apparatus with integrated plumb

### Instruction sheet

6/03 ALF



- ① Steel plate
- ② Plumb line
- ③ Steel rod
- ④ Hinge

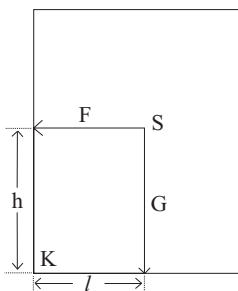
The stability apparatus is used to demonstrate the stability of an object depending on the position of its center of gravity above the supporting surface.

#### 1. Description, technical data

The stability apparatus consists of 3 steel plates connected by hinges to a frame made up of four steel rods so that the vertical separation between the plates is equal. A plumb line hangs suspended from the center of gravity of the apparatus at the mid-point of the middle plate. Dimensions: 180 mm x 150 mm x 290 mm

#### 2. Principle

For a standing object the centre of gravity is only stable if the plumb line is directly above the centre-point of the surface at the base of the object. The force of gravity acts effectively through the centre of gravity of the object and is equally matched by the reaction of the surface. If the plumb line is not above the centre of the base, the force of gravity through the centre of gravity of the object produces a moment which makes the object tend to tip over.



At the center of gravity  $S$  there are two forces being exerted, gravity  $G$  and the lateral force  $F$ , which tends to tilt the body over the edge  $K$ . It causes a moment  $M_{\text{tilt}} = Fh$  about an axis formed by  $K$ . This moment is counteracted by the moment due to the gravity  $M_{\text{gravity}} = Gl$ . As long as  $Fh = Gl$ , the object remains in equilibrium and does not tip over. The force  $F = Gh/l$  serves as a measure for the stability of an object resting on a surface. The greater the gravity  $G$ , the lower the height  $h$  of the center of gravity above the supporting surface and the greater the distance  $l$  from the edge  $K$  to the point at which the plumb line would cross the surface, the more stable the object will be.

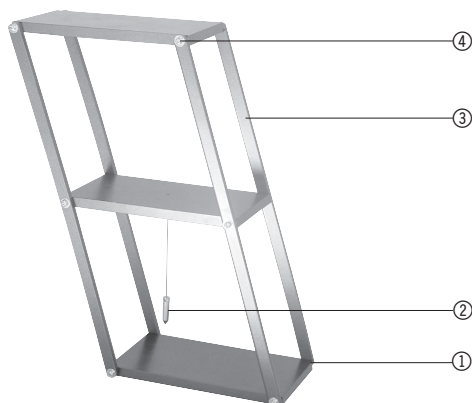
#### 3. Operation

- The stability apparatus is placed on a horizontal supporting surface.
- The device is then tilted at various angles.
- Equilibrium is stable if the center of gravity is located above the support base.
- Equilibrium is unstable if the center of gravity is located directly above the edge that forms the axis of rotation. (a slight push is enough to tip the apparatus over.)
- If the center of gravity is no longer located over the support base or over the tipping edge, the stability apparatus tips over of its own accord.
- The position of the center of gravity can always be surmised by the line of the plumb bob.
- To determine the force required to tip the apparatus over, attach a 10 N dynamometer into the eyelet on the side of the apparatus.

## U15033 Appareil de stabilité

### Instructions d'utilisation

6/03 ALF



- ① Plaque métallique
- ② Fil à plomb
- ③ Tige métallique
- ④ Articulation

Cet appareil permet de démontrer la stabilité d'un objet en fonction du centre de gravité au-dessus de la surface d'appui.

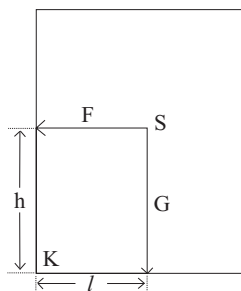
#### 1. Description, caractéristiques techniques

L'appareil de stabilité est constitué de 3 plaques métalliques qui sont superposées dans un même écart et reliées par des articulations à 4 tiges métalliques. Un fil à plomb est accroché au centre de gravité de l'appareil, au milieu de la plaque médiane.

Dimensions : 180 mm x 150 mm x 290 mm

#### 2. Principe

Un corps immobile n'est en équilibre que si le fil à plomb rencontre le centre de la surface d'appui. La surface d'appui annule alors l'action de la force de pesanteur exercée sur le centre de gravité. Si le fil à plomb ne traverse pas ce point, un moment provoqué par la force de pesanteur agit au centre de gravité du corps et fait basculer ce dernier.



Deux forces agissent sur le centre de gravité S, la force du poids G et la force horizontale F qui essaie de faire basculer le corps sur le bord K. Elle provoque un moment  $M_{\text{basc}} = Fh$ , K représentant le pivot. Le moment  $M_{\text{pds}} = Gl$  provoqué par la force du poids réagit contre le moment  $M_{\text{basc}}$ . Tant que  $Fh = Gl$ , le corps reste en équilibre et ne bascule pas. La force  $F = Gh/l$  sert de mesure à la stabilité d'un corps reposant sur une surface. Plus le poids G est élevé et l'écart l du point de rencontre du fil à plomb du bord K important et plus la hauteur h du centre de gravité au-dessus de la surface d'appui est élevée, plus la stabilité du corps est importante.

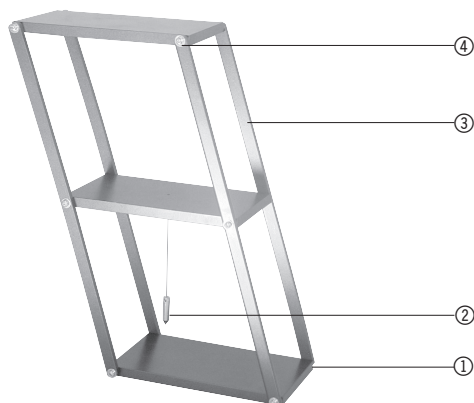
#### 3. Manipulation

- Placer l'appareil de stabilité sur un support horizontal.
- Incliner l'appareil à différents angles.
- L'équilibre est stable lorsque le centre de gravité se situe au-dessus de la surface d'appui.
- L'équilibre est instable lorsque le centre de gravité se situe au-dessus du bord de basculement (un petit choc suffit à faire basculer le corps).
- Lorsque le centre de gravité n'est plus au-dessus de la surface d'appui ou se situe au-dessus du bord de basculement, l'appareil de stabilité bascule tout seul.
- Le centre de gravité est toujours indiqué par le fil à plomb.
- Déterminer la force nécessaire pour faire basculer l'appareil à l'aide d'un dynamomètre de 10 N fixé dans l'anneau latéral.

## U15033 Apparecchio di stabilità

### Istruzioni per l'uso

6/03 ALF



- ① Piastra di metallo
- ② Piombo
- ③ Asta di metallo
- ④ Giunto

L'apparecchio di stabilità serve per dimostrare la stabilità di un oggetto in relazione al baricentro sulla superficie di appoggio.

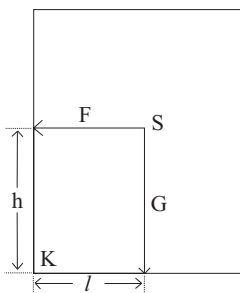
#### 1. Descrizione, caratteristiche tecniche

L'apparecchio di stabilità è formato da 3 piastre di metallo sovrapposte a distanze uguali, collegate con 4 aste di metallo mediante giunti. Nel baricentro dell'apparecchio, nel mezzo della piastra centrale, è appeso un filo a piombo.

Dimensioni: 180 mm x 150 mm x 290 mm

#### 2. Principio

Un corpo verticale è in una posizione di equilibrio statico solo se il filo a piombo coincide con il centro della sua superficie di appoggio. La superficie d'appoggio annulla l'azione della forza di gravità che agisce sul baricentro. Se il filo a piombo non passa per questo punto, sul baricentro del corpo agisce un momento determinato dalla forza di gravità che causa la caduta del corpo.



Nel baricentro  $S$  agiscono due forze, la forza peso  $G$  e orizzontalmente la forza  $F$ , che cerca di ribaltare il corpo dello spigolo  $K$ . Tale forza genera un momento  $M_{\text{Mcad}} = Fh$  con  $K$  come asse di rotazione. A questo momento si contrappone il momento  $M_{\text{Fpeso}} = Gl$  determinato dalla forza di gravità. Finché  $Fh = Gl$ , il corpo rimane in equilibrio e non cade. La forza  $F = Gh/l$  esprime la misura della stabilità di un corpo che poggia su una superficie. Quanto maggiori sono il peso  $G$  e la distanza  $l$  del punto d'incidenza del filo a piombo dallo spigolo  $K$  e quanto minore è l'altezza  $h$  del baricentro rispetto alla superficie d'appoggio, tanto maggiore sarà la stabilità del corpo.

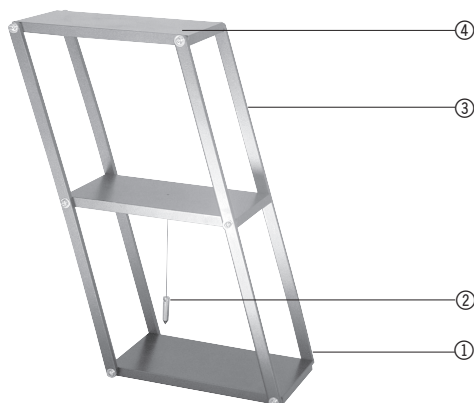
#### 3. Comandi

- Riporre l'apparecchio di stabilità su una base orizzontale.
- Dare all'apparecchio diverse inclinazioni.
- L'equilibrio è stabile, se il baricentro rientra nella base d'appoggio.
- L'equilibrio è precario, se il baricentro è al di sopra dello spigolo di ribaltamento. (Basta un piccolo colpo per determinare la caduta.)
- Quando il baricentro non si trova più all'interno della superficie d'appoggio o sopra lo spigolo di ribaltamento, l'apparecchio di stabilità cade da solo.
- Il filo a piombo consente sempre di identificare la posizione del baricentro.
- Determinare la forza necessaria per ribaltare l'apparecchio con un dinamometro da 10 N fissato al foro laterale.

## U15033 Aparato de estabilidad

### Instrucciones de uso

6/03 ALF



- ① Placa de metal
- ② Plomada
- ③ Varilla metálica
- ④ Articulación

Este aparato se utiliza para la demostración de la estabilidad de un objeto en función de la posición del centro de gravedad sobre la superficie de apoyo.

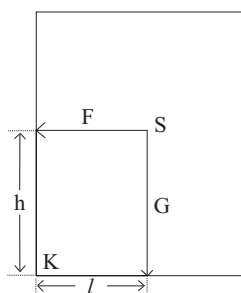
#### 1. Descripción, datos técnicos

El aparato de estabilidad se compone de tres placas metálicas colocadas una sobre otra, a la misma distancia, y unidas en articulación mediante cuatro varillas metálicas. Del centro de gravedad del aparato, esto es, el punto medio de la placa central, cuelga una plomada.

Dimensiones: 180 mm x 150 mm x 290 mm

#### 2. Principio

Un cuerpo estático sólo se encuentra en una posición de equilibrio estable cuando la plomada coincide con el punto medio de la superficie. La superficie compensa entonces el efecto que ejerce la fuerza de la gravedad sobre el centro de gravedad. Si la plomada no señala a ese punto, un par de giro, provocado por la fuerza de gravedad, actúa sobre el centro de gravedad del cuerpo, y éste se vuelca.



Sobre el centro de gravedad S actúan dos fuerzas, la fuerza del peso G y, horizontalmente, la fuerza F, que tiende a inclinar el cuerpo hacia el borde K. Esta fuerza provoca un par de giro  $M_{\text{vuelco}} = Fh$  con K como eje de torsión. Contra este par de giro actúa el par de giro  $M_{\text{peso}} = Gl$ , generado por la fuerza de gravedad. Mientras se cumpla que  $Fh = Gl$ , el cuerpo se mantiene en equilibrio y no se inclina. La fuerza  $F = Gh/l$  sirve como medida de la estabilidad de un cuerpo apoyado en una superficie. Cuanto mayor sea el peso G y la distancia l del punto marcado por la plomada, con respecto al extremo K, y cuanto menor sea la altura h del centro de gravedad sobre la superficie de apoyo, mayor será la estabilidad del cuerpo.

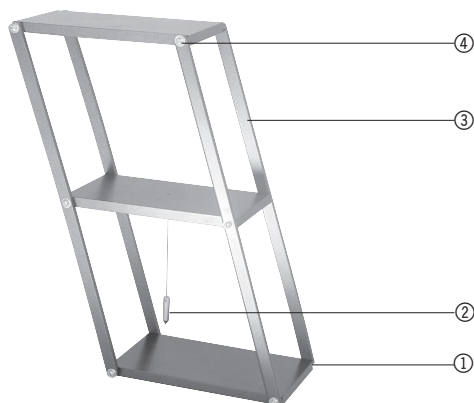
#### 3. Servicio

- Coloque el aparato de estabilidad sobre una base horizontal.
- Incline el aparato de diferentes maneras.
- El equilibrio es estable cuando el centro de gravedad está sobre la base de apoyo.
- El equilibrio es frágil cuando el centro de gravedad se encuentra sobre el borde de inclinación. (Basta un ligero golpe para provocar el volcamiento.)
- Si el centro de gravedad no está sobre la base de apoyo, o sobre el extremo de inclinación, el aparato de estabilidad se volcará por sí solo.
- Siempre se puede determinar el centro de gravedad mediante la plomada.
- Determine la fuerza necesaria para hacer volcar el aparato con un dinamómetro 10 N fijado en el orificio lateral.

## U15033 Aparelho para a estabilidade

### Instruções para o uso

6/03 ALF



- ① Placa de metal
- ② Prumo
- ③ Barra de metal
- ④ Articulação

O aparelho para a estabilidade serve para a demonstração da estabilidade de um objeto dependendo da localização do centro de gravidade sobre a superfície de apoio.

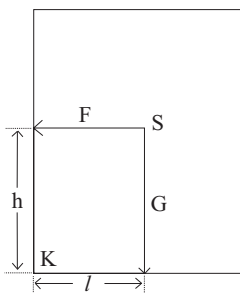
#### 1. Descrição, dados técnicos

O aparelho para a estabilidade é formado por 3 placas de metal dispostas uma sobre a outra a distâncias iguais, elas estão associadas por articulações a 4 barras de metal. No centro de gravidade do aparelho, no centro da placa intermediária, encontra-se um prumo.

Medidas: 180 mm x 150 mm x 290 mm

#### 2. Princípio

Só se dá uma situação de equilíbrio para um corpo em pé quando o prumo atinge o centro da superfície de apoio. A superfície de apoio compensa então o efeito da ação da força de gravidade sobre o centro de gravidade. Caso o prumo não se posicionar nesse ponto, então o momento de rotação criado pela força de gravidade age sobre o centro de gravidade do objeto levando-o a vacilar e a cair.



Duas forças agem sobre o centro de gravidade S, a força de gravidade G e na horizontal a força F, a qual procura derrubar o corpo pela aresta K. Portanto, ela cria um momento de rotação  $M_{\text{derr}} = Fh$ , sendo K o eixo de rotação. Esse momento de rotação age contra o momento de rotação criado pela força de gravidade  $M_{\text{grav}} = Gl$ . Enquanto  $Fh = Gl$  é dado, o corpo mantém o equilíbrio e não cai. A força  $F = Gh/l$  serve de medida da estabilidade de um corpo apoiado numa superfície. Quanto maior for o peso G e a distância l do ponto de encontro do prumo à aresta K e quanto menor for a altura h do centro de gravidade sobre a superfície de apoio, maior será a estabilidade do corpo.

#### 3. Utilização

- Colocar o aparelho para a estabilidade sobre uma superfície horizontal.
- Incliná-lo em diferentes direções.
- O equilíbrio será estável no caso em que o centro de gravidade se encontre sobre a base de apoio.
- O equilíbrio será instável quando o centro de gravidade se encontre na aresta de queda (um leve golpe será o suficiente para derrubar).
- Se o centro de gravidade não se encontrar mais nem sobre a base de apoio nem sobre a aresta de queda, então o aparelho para a estabilidade cai por si só.
- O centro de gravidade pode sempre ser reconhecido graças ao prumo.
- Determinar a força necessária para derrubar o aparelho com um dos dinamômetros de 10 N fixados nos anéis laterais.