

Bilder professionell hängen, Teil 2:

Je kleiner der Winkel, desto größer die Zugkraft

Wer Bilder mit Hilfe von Bilderdraht aufhängt, muß wissen, welche Zugkräfte durch das Gewicht des Rahmens auf den Bilderdraht übertragen werden. Außerdem müssen die Kräfte berücksichtigt werden, die in Richtung der Verankerungen im Holz des Rahmenrückens weiterwirken.

Mit Hilfe einer einfachen Formel, die auf den Erkenntnissen der Mathematik (hier aus den Feldern Winkel-funktionen, Trigonometrie, Vektorrechnung) und der Physik (hier aus dem Feld Mechanik, der Lehre von den Kräften und ihren Wirkungen auf starre und deformierbare Körper) fußt, kann man die Zugkraft leicht berechnen.

Diese Formel lautet:

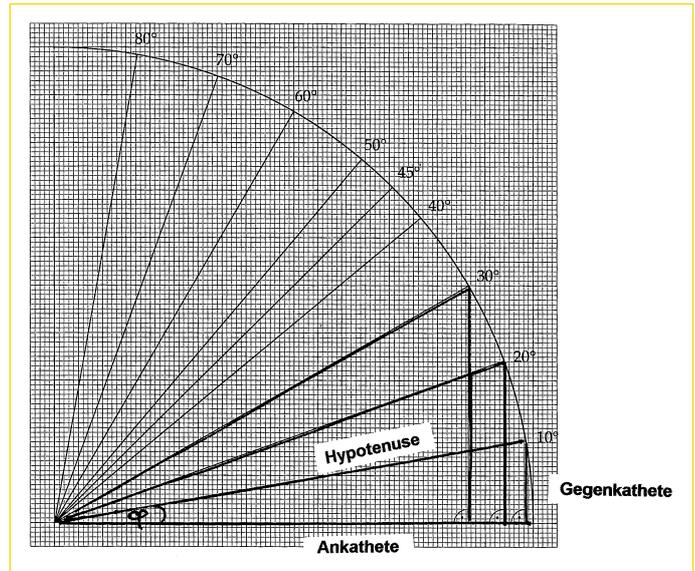
$$\text{Zugkraft} = \frac{1/2 \text{ Gewicht des gerahmten Bild}}{\text{Sinus des Winkels}}$$

Um Basiswissen aus dem Mathematikunterricht in der Schule aufzufrischen: Die Seiten in einem Dreieck (Bild 1), die einen rechten Winkel bilden, werden Katheten genannt. Unterschieden wird zwischen der Ankathete und der Gegenkathete. Die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite heißt Hypotenuse. Die Ankathete ist immer der Schenkel, der mit der Hypothese einen Winkel bildet. Die Gegenkathete ist die diesem Winkel gegenüberliegende Kathete.

Der Sinus eines Winkels (z. B. des Winkels φ) ist der Quotient aus der Länge der Gegenkathete von φ und der Länge der Hypotenuse:

$$\sin \varphi = \frac{\text{Länge der Gegenkathete von } \varphi}{\text{Länge der Hypotenuse}}$$

Bild 1: Mit zunehmender Vergrößerung des Winkels verkleinert sich dessen Sinus. Die Länge der Hypotenuse bleibt im Bereich von 0° bis 90° konstant, während die Länge der Gegenkathete die Werte von 0 bis 1 annimmt



Winkel φ	Sinus φ						
0°	0,0000						
1°	0,0175	26°	0,4384	51°	0,7771	76°	0,9703
2°	0,0349	27°	0,4540	52°	0,7880	77°	0,9744
3°	0,0523	28°	0,4695	53°	0,7986	78°	0,9781
4°	0,0698	29°	0,4848	54°	0,8090	79°	0,9816
5°	0,0872	30°	0,5000	55°	0,8192	80°	0,9848
6°	0,1045	31°	0,5150	56°	0,8290	81°	0,9877
7°	0,1219	32°	0,5299	57°	0,8387	82°	0,9903
8°	0,1392	33°	0,5446	58°	0,8480	83°	0,9925
9°	0,1564	34°	0,5592	59°	0,8572	84°	0,9945
10°	0,1736	35°	0,5736	60°	0,8660	85°	0,9962
11°	0,1908	36°	0,5878	61°	0,8746	86°	0,9976
12°	0,2079	37°	0,6018	62°	0,8829	87°	0,9986
13°	0,2250	38°	0,6157	63°	0,8910	88°	0,9994
14°	0,2419	39°	0,6293	64°	0,8988	89°	0,9998
15°	0,2588	40°	0,6428	65°	0,9063	90°	1,0000
16°	0,2756	41°	0,6561	66°	0,9135		
17°	0,2924	42°	0,6691	67°	0,9205		
18°	0,3090	43°	0,6820	68°	0,9272		
19°	0,3256	44°	0,6947	69°	0,9336		
20°	0,3420	45°	0,7071	70°	0,9397		
21°	0,3584	46°	0,7193	71°	0,9455		
22°	0,3746	47°	0,7314	72°	0,9511		
23°	0,3907	48°	0,7431	73°	0,9563		
24°	0,4067	49°	0,7547	74°	0,9613		
25°	0,4226	50°	0,7660	75°	0,9659		

Tabelle 1: Sinuswerte für Winkel von 0° bis 90°

Bild 2: Bei einem Winkel von 60° ist der Faktor für die Zugkraft 0,58. Wiegt das Bild 10 kg, so wirken beidseitig Zugkräfte von 5,8 kg, also fast nur die Hälfte des Bildgewichts

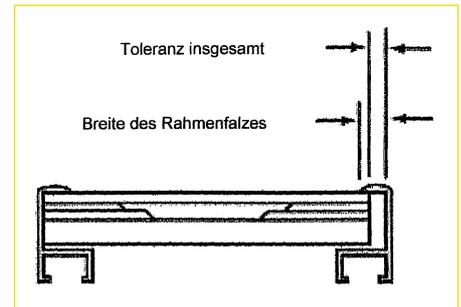
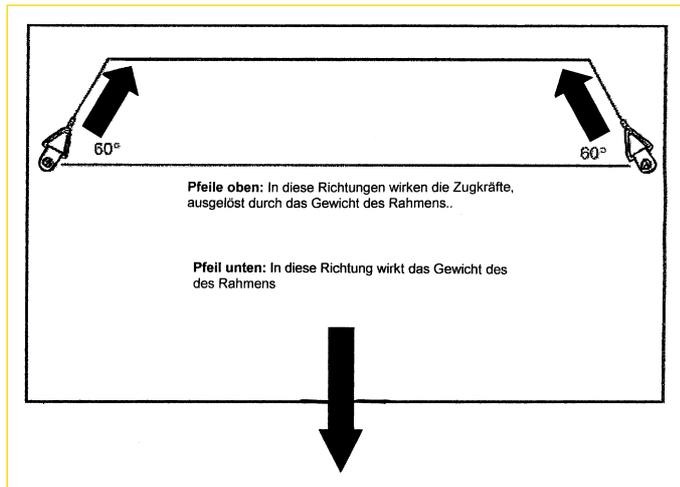


Bild 4: Alurahmen benötigen einen Toleranzabstand im Rahmenfalz. Dieser beträgt pro Seite $1/25$ bis $1/30$ der Falzbreite

Bild 3: Bei schmalen und leichten Profilen (auch Alu) können starke Zugkräfte die Rahmenschkel verbiegen, wodurch die Kanten des im Rahmenfalz liegenden Bildes sichtbar werden. Zudem kann die Bilderglasscheibe brechen. Deshalb ist ein Toleranzabstand im Falz wichtig. Für beide Seiten zusammen soll er ungefähr die Hälfte der Falzbreite betragen.

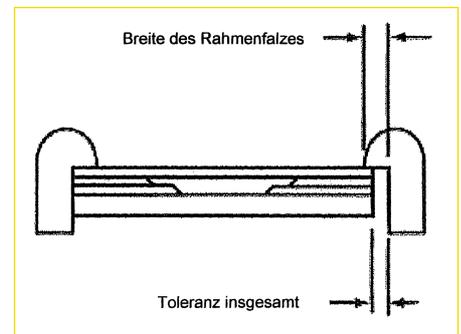
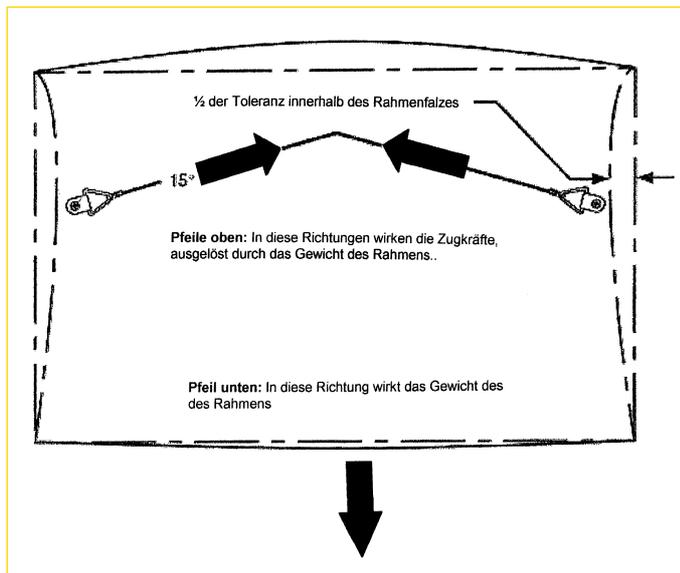


Bild 5: Die Falzbreite bei diesem Halbrundprofil beträgt 10 mm, die Gesamt-toleranz ist mit 6 mm (3 mm pro Rahmenseite) berücksichtigt.

Mit zunehmender Vergrößerung des Winkels verkleinert sich dessen Sinus (Quotient aus Gegenkathete und Hypotenuse). Die Länge der Hypotenuse bleibt im Bereich von 0° bis 90° konstant, während die Länge der Gegenkathete die Werte von 0 bis 1 annimmt. Dieser Sachverhalt lässt sich an dieser Zeichnung leicht nachvollziehen (Bild 1).

In Tabelle 1 sind alle Sinuswerte für Winkel von 0° bis 90° ablesbar. Anhand dieser Zahlen lassen sich beliebig viele Zugkraftwerte für unterschiedlich schwere Bilder berechnen (siehe Beispiel in Bild 2).

Um zusammenzufassen: Für eine stabile Aufhängung eines Bildes mittels Bilderdraht sind von Belang:

1. Ein Bilderdraht der richtigen Dicke und damit mit der entsprechenden Belastbarkeit,
2. Verankerungen für den Bilderdraht (Schraubösen, Klappösen mit den passenden Schrauben), die der Zugkraft standhalten,
3. der Winkel, den der Bilderrahmen als Hypotenuse eines rechteckigen Dreiecks bildet. Je größer dieser ist, desto geringer ist die Zugkraft.

Tips für die Praxis

Bei Rahmen mit schmalen und leichteren Profilen (auch Alurahmen) können übermäßige Zugkräfte, ausgelöst durch das Rahmengewicht, zu Verzerrungen und Verbiegungen der

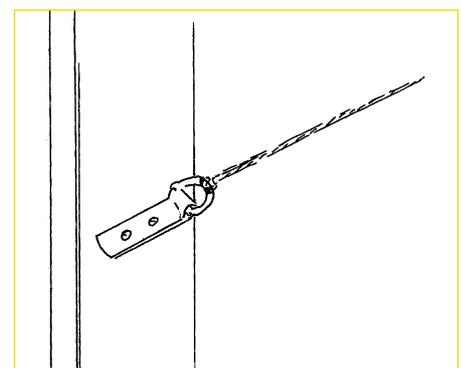


Bild 6: Klappösen mit zwei, drei oder mehr Schraublöchern, kombiniert mit einem dickeren Draht, sorgen für mehr Stabilität. Laufrichtung von Verankerung und Draht laufen immer in dieselbe Richtung

Rahmenschkel führen (Bild 3). In den Schenkelmitten werden dann die Kanten des im Rahmenfalz liegenden Bildes (Glas, Passepartout) sichtbar.

Unter dieser Belastung kann die Bilderglasscheibe brechen. Deshalb ist es wichtig für einen Toleranzabstand im Rahmenfalz zu sorgen. Er soll ungefähr die Hälfte der Falzbreite betragen (für beide Seiten zusammen).

Gerade bei Alurahmen muß für einen ausreichenden Toleranzabstand im Rahmenfalz auf beiden Seiten gesorgt werden. Dieser beträgt pro Seite 1/25 bis 1/30 der Falzbreite (Bild 4).

Wiegen Sie jede fertige Rahmung vor dem rückseitigen Anbringen der Hängehardware mit einer einfachen Federwaage (zeigt Gewichte bis 25 kg an), und machen Sie von dem so ermittelten Gewicht die Wahl der passenden Hilfsmittel für die Aufhängung abhängig.

Horst Weidmann

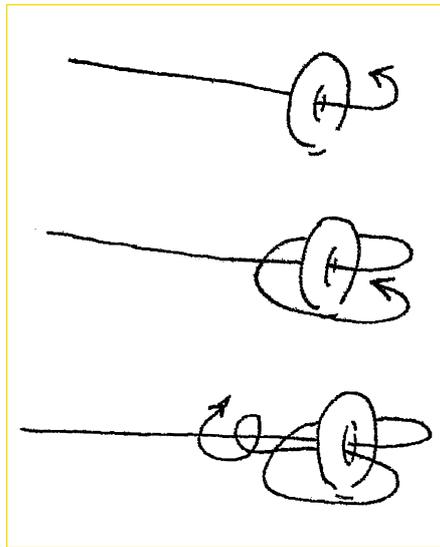


Bild 7: Auch auf die richtige Befestigung des Drahtes (hier am Ring einer Ringschraube) kommt es an. Man führt das Drahtende zweimal durch den Ring und umwickelt mit dem Endstück den Zugstrang über eine Strecke von etwa 30 bis 50 mm

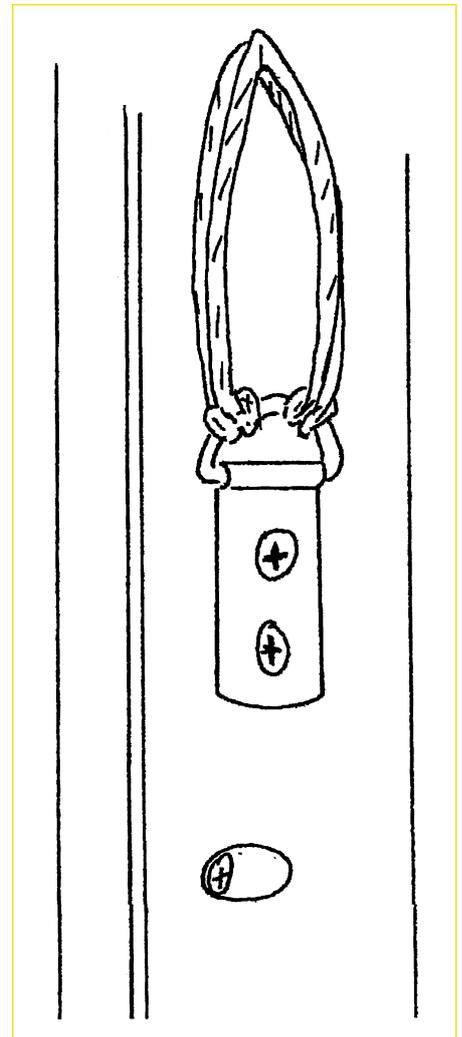


Bild 8: Optimal ist eine zweiseitige Aufhängung (Winkel 90°, Zugfaktor 0,50), rückwärtig am oberen Ende des linken und rechten Rahmenschenkel. Die hierfür benutzten Verankerungen (Ringschrauben, Klappösen) sollte man mit einer Hängeschleife aus Bilderdraht ausstatten. Das erleichtert das Hängen erheblich

Tabelle 2: Zugkraftwerte bei ausgewählten Winkeln und Rahmengewichten

Winkel φ	Sinus des Winkels φ	Faktor (Zugkraft je Seite, bezogen auf das Rahmengewicht)	Zugkraft je Rahmenseite (verursacht durch das Gewicht des Rahmens) bei unterschiedlichen Rahmengewichten in kg						
			Rahmengewicht 1 kg	Rahmengewicht 2 kg	Rahmengewicht 3 kg	Rahmengewicht 4 kg	Rahmengewicht 5 kg	Rahmengewicht 6 kg	Rahmengewicht 7 kg
90°	1,0000	0,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
80°	0,8660	0,50	0,58	1,16	1,74	2,31	2,90	3,48	4,06
45°	0,7071	0,71	0,71	1,42	2,13	2,83	3,55	4,26	4,97
30°	0,5000	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
15°	0,2598	1,93	1,93	3,85	5,79	7,73	9,65	11,65	13,61
10°	0,1736	2,88	2,88	5,76	8,64	11,52	14,40	17,28	20,16
5°	0,0872	5,73	5,73	11,46	17,19	22,94	28,65	34,38	40,11
2°	0,0349	14,33	14,33	28,65	42,99	57,31	71,65	85,99	100,31

Tabelle 3: Werte der maximalen und der optimalen Belastung von Bilderdraht unterschiedlicher Dicke

Wie belastbar ist Bilderdraht?			
Stärke (Dicke) des Bilderdrahts	Maximale Belastbarkeit des Bilderdrahts	Sicherheitsfaktor	Optimale Belastbarkeit des Bilderdrahts
1,0 mm	18 kg	3 kg	15 kg
1,5 mm	30 kg	5 kg	25 kg
2,0 mm	75 kg	12,5	62,5 kg