

Biomechanik

Bio Leben

Mechanik Physik

Dynamischer und kinetischer Aspekt

Die Biomechanik untersucht die Bewegung biologischer Systeme. Sie bedient sich dazu der Methoden und Erkenntnisse der Mechanik und der Biologie.

3 Teile

- Wie funktioniert das Gerät:
BALLISTIK
- Wie funktioniert der Körper:
Funktionelle Anatomie
- Wie funktioniert der Körper im
Zusammenwirken mit dem Gerät:
Biomechanik

Ballistik

Vom Griechischen *ballein* = Werfen

Die Wissenschaft von den geworfenen Gegenständen

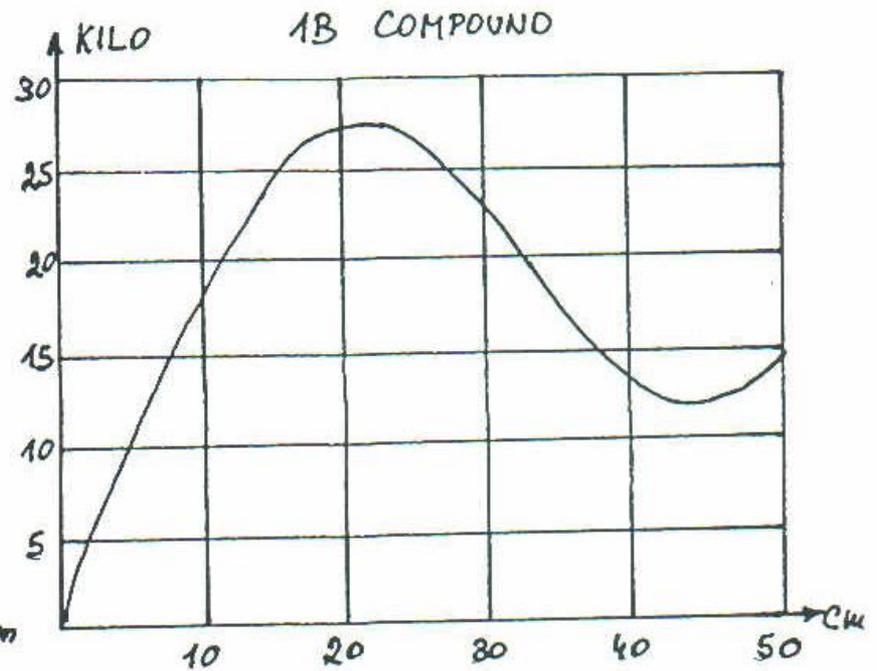
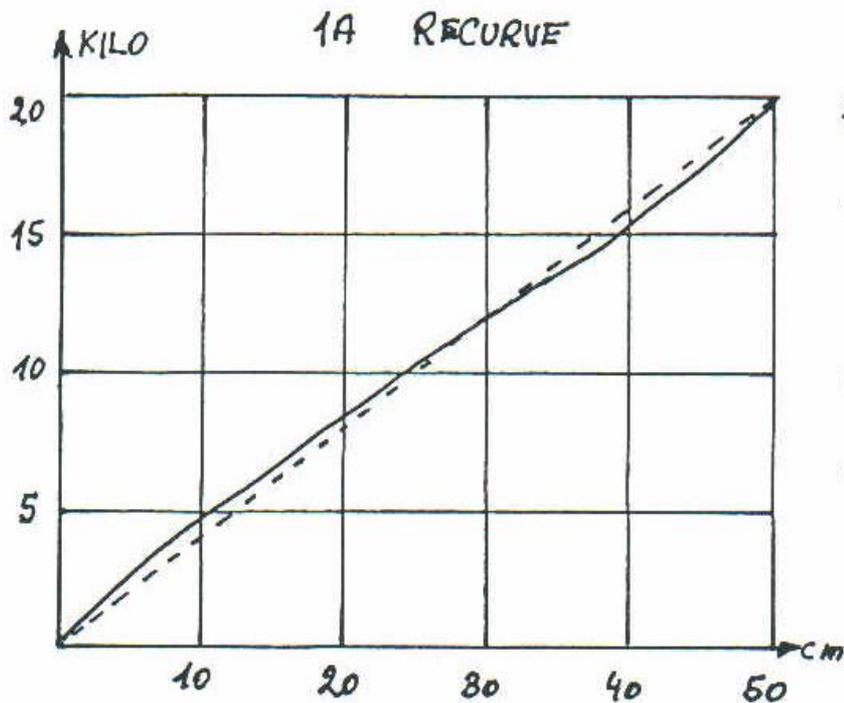
- **Innere Ballistik:** Wie wirkt das Abschussgerät
- **Abgangsballistik:** Was geschieht beim Lösen des Schusses
- **Außenballistik:** Eigenschaften und Verhalten des Geschosses
- **Zielballistik:** Verhalten des Geschosses beim Aufschlag, Wirkung auf das Ziel

Innenballistik

- Der Bogen ist eine Federwaffe!
- **Wirksamkeit:** Wie viel der gespeicherten Energie wird auf das Geschoss übertragen?
- Geschossenergie: $e = m \cdot v^2 / 2$ in Joule
- Je schwerer das Geschoss desto mehr Energie wird übertragen!
- Nullgeschwindigkeit: Abschussgeschwindigkeit eines 0-gwichtigen Geschosses. (Trockenschuss!)



Zugkraftkurven



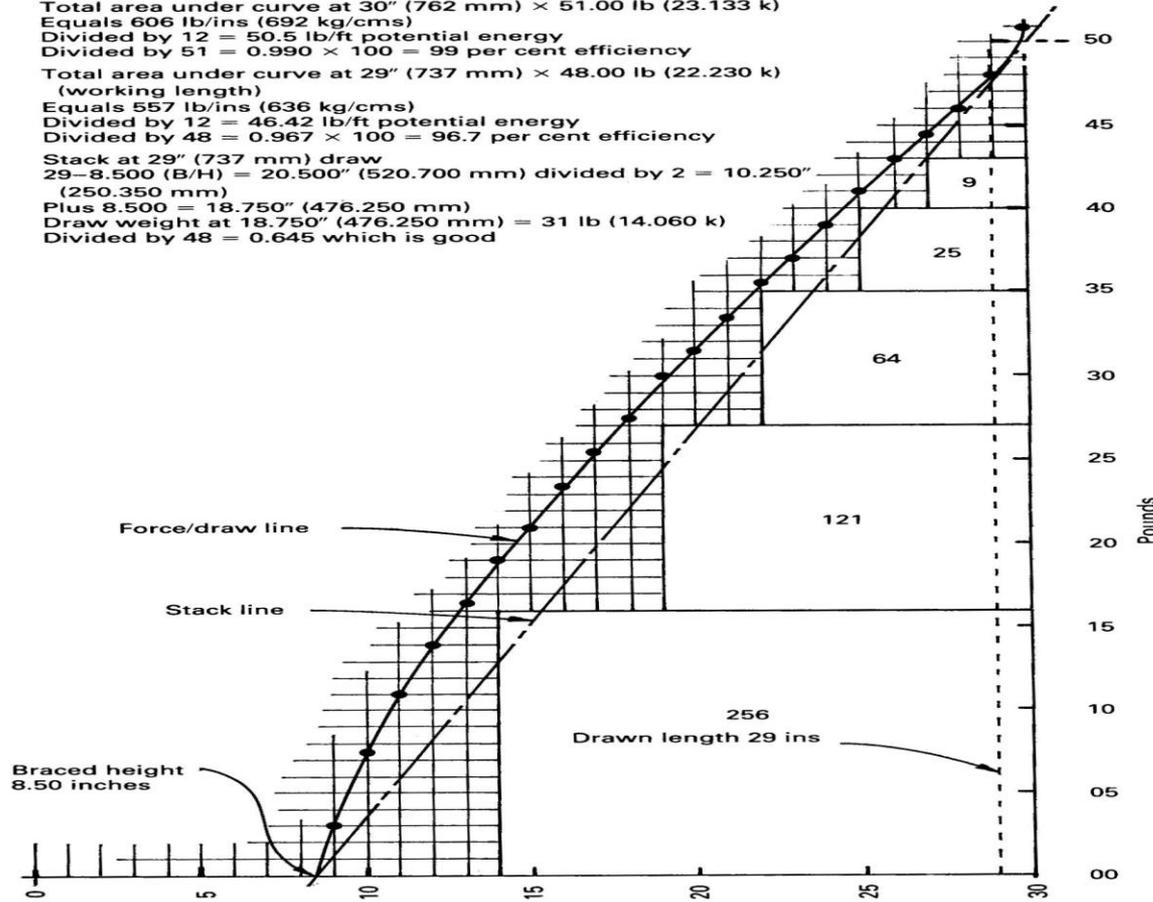
Stackline

FORCE/DRAW GRAPH

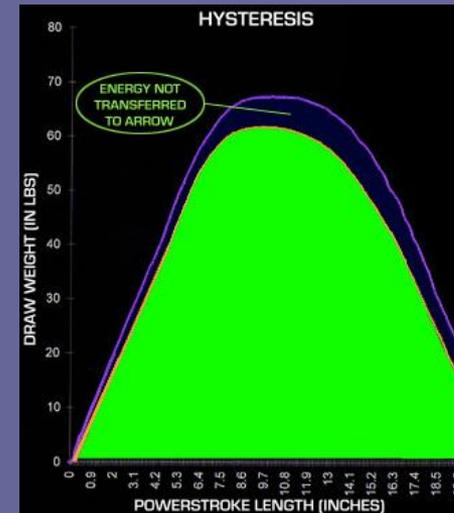
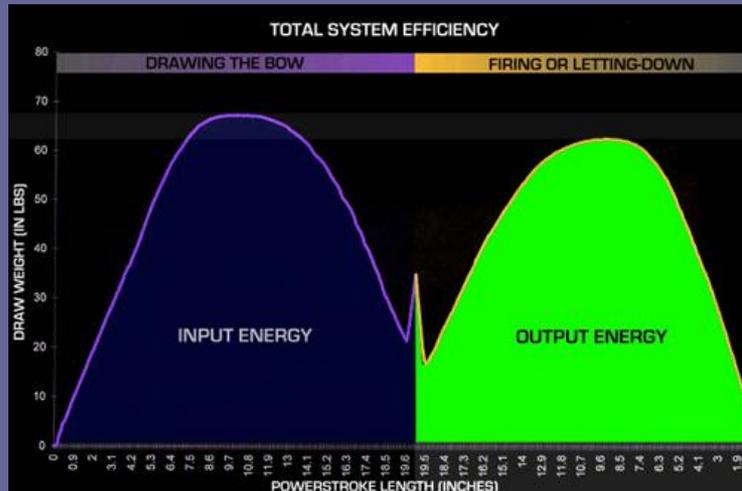
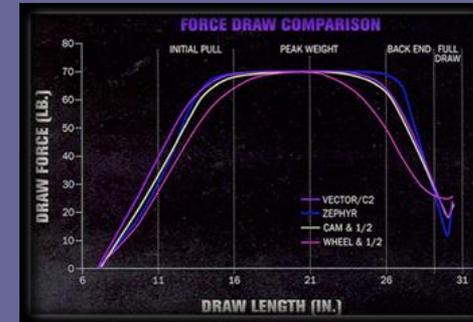
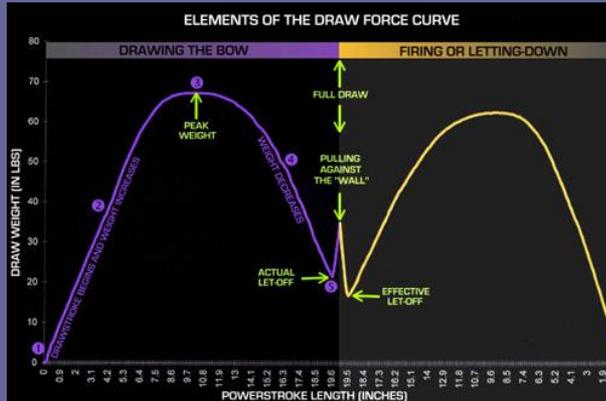
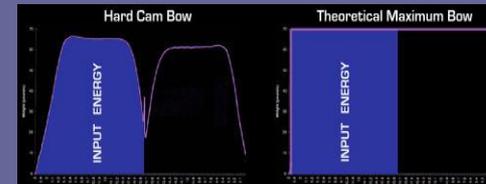
Total area under curve at 30" (762 mm) × 51.00 lb (23.133 k)
 Equals 606 lb/ins (692 kg/cms)
 Divided by 12 = 50.5 lb/ft potential energy
 Divided by 51 = 0.990 × 100 = 99 per cent efficiency

Total area under curve at 29" (737 mm) × 48.00 lb (22.230 k)
 (working length)
 Equals 557 lb/ins (636 kg/cms)
 Divided by 12 = 46.42 lb/ft potential energy
 Divided by 48 = 0.967 × 100 = 96.7 per cent efficiency

Stack at 29" (737 mm) draw
 29-8.500 (B/H) = 20.500" (520.700 mm) divided by 2 = 10.250"
 (250.350 mm)
 Plus 8.500 = 18.750" (476.250 mm)
 Draw weight at 18.750" (476.250 mm) = 31 lb (14.060 k)
 Divided by 48 = 0.645 which is good

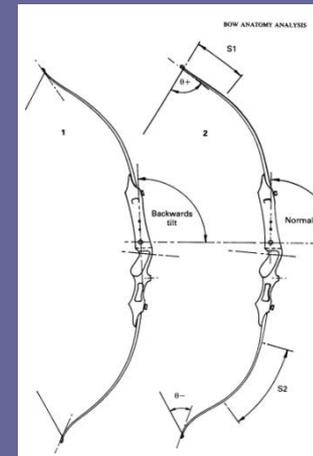
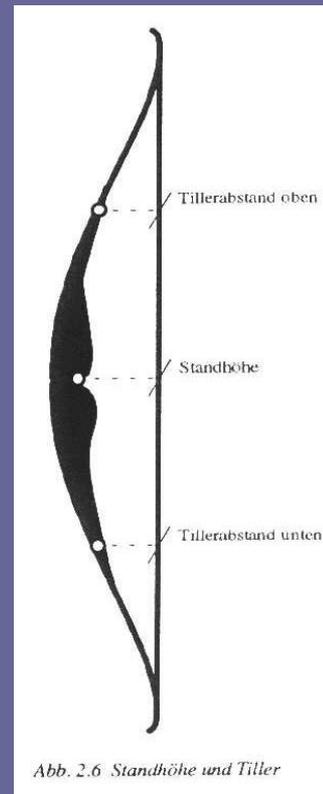


Speicherkraft



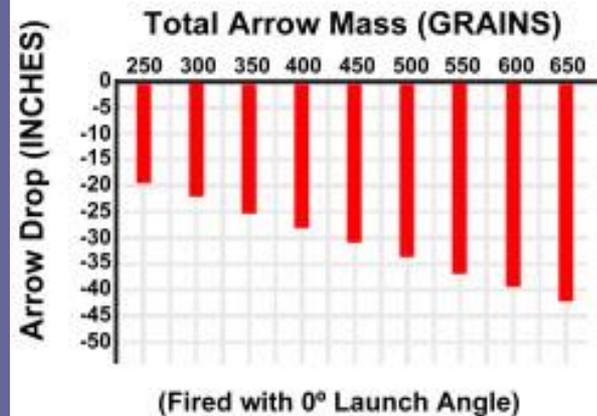
Bogendaten

- Tiller
- Nockpunkthöhe
- Centershot
- Reflex-Deflex der Wurfarme
- Reflex-Deflex des Mittelstücks
- Overdraw
- Pivotpoint

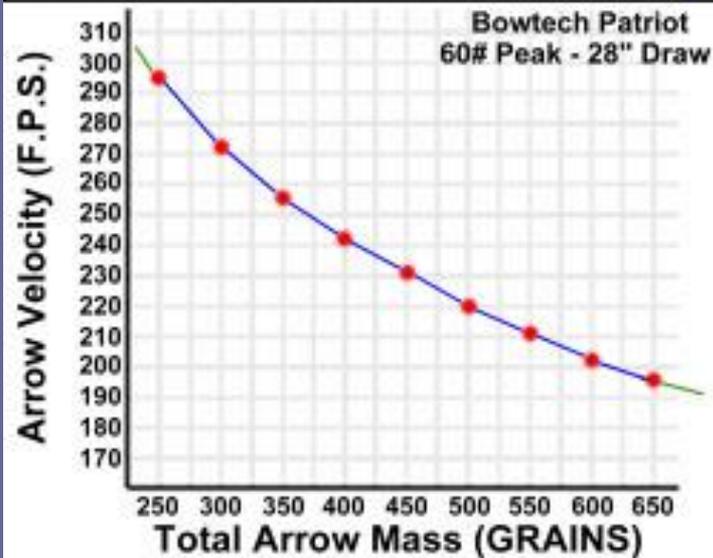


Effizienz

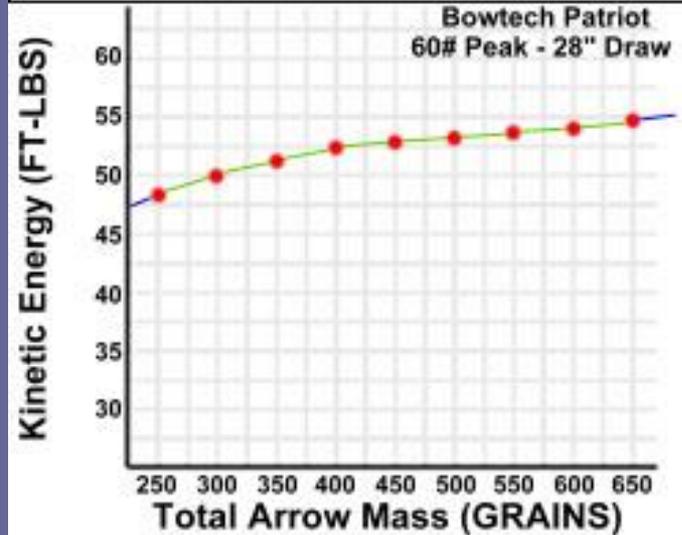
Loss of Shot Trajectory at 30 Yards



Arrow Mass: Effects on Arrow Velocity

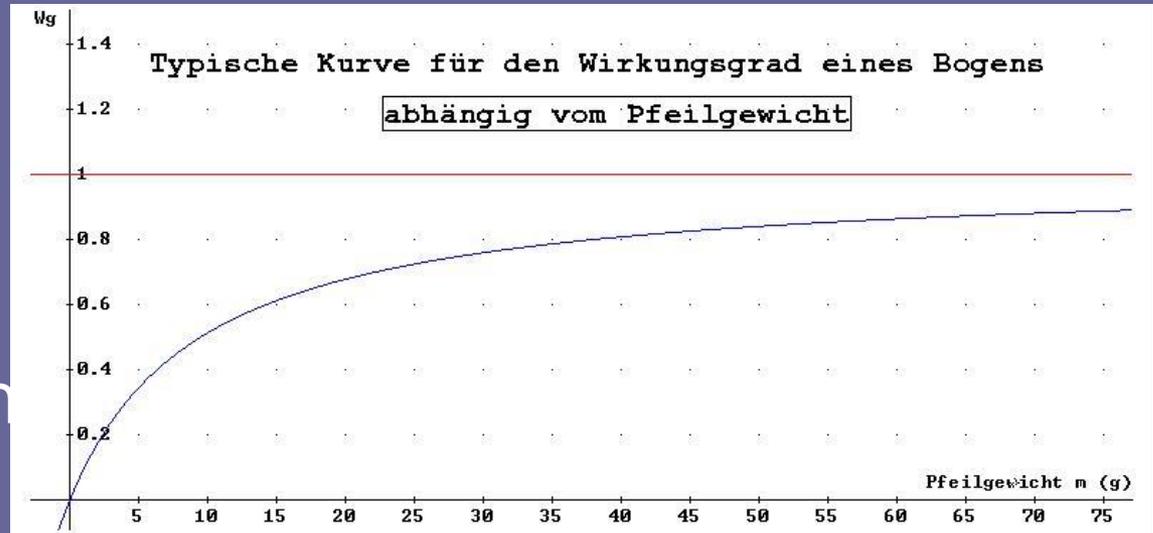


Arrow Mass: Effect on Kinetic Energy

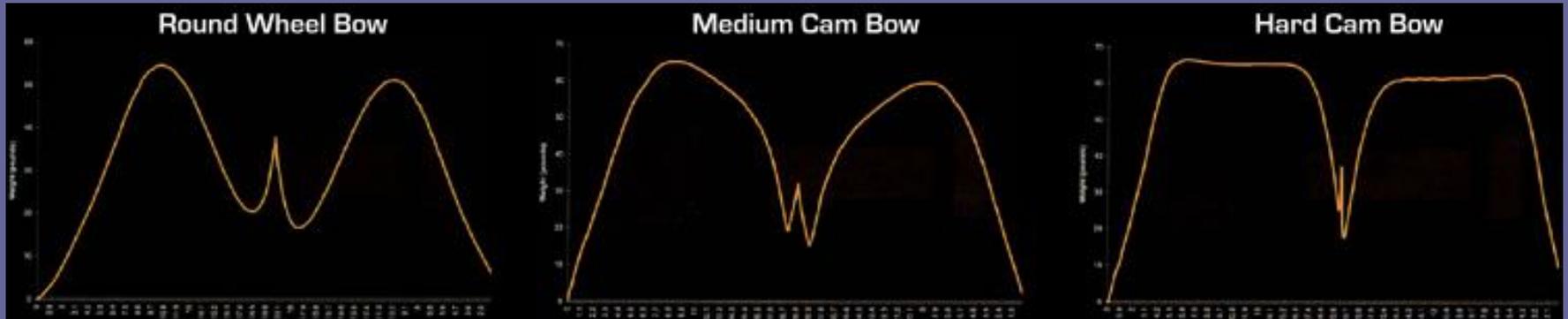


Effizienz 2

- Diese Kurve kann mittels 2 verschiedenen
- Schwerer Pfeile ermitteln

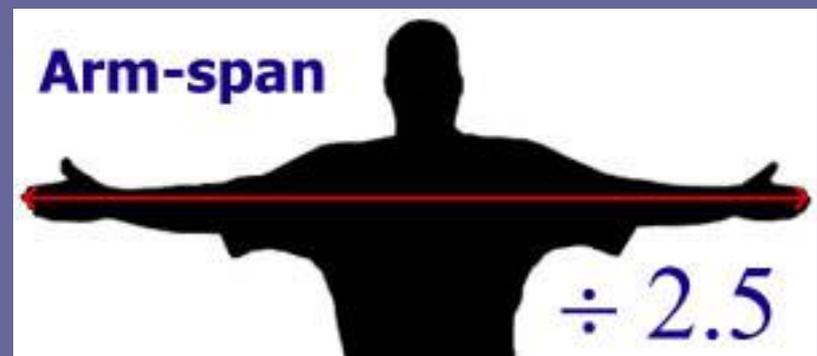
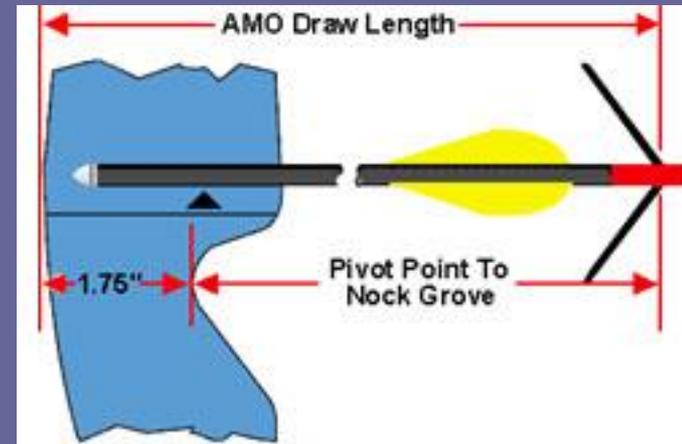


Verschiedene Cams



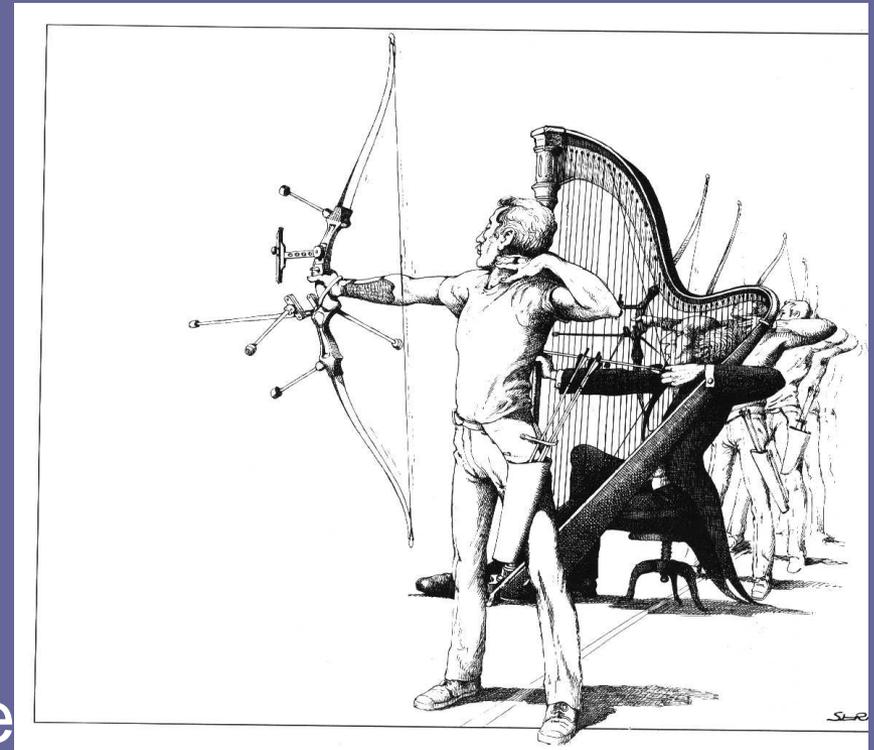
Einige relevante Bogendaten

- Kraftkurve
- Aufspannhöhe
- Auszugslänge
- Spannweitenformel
- Arbeitsweg=Powerstroke
- Stacklinie
- Klang



Klang des Bogens

- Er zeigt an, wie viel Energie im Bogen verbleibt
- Zeigt an, dass Dinge locker sind
- Zeigt die Aufspannhöhe an



Werkzeuge

- Tillerbrett



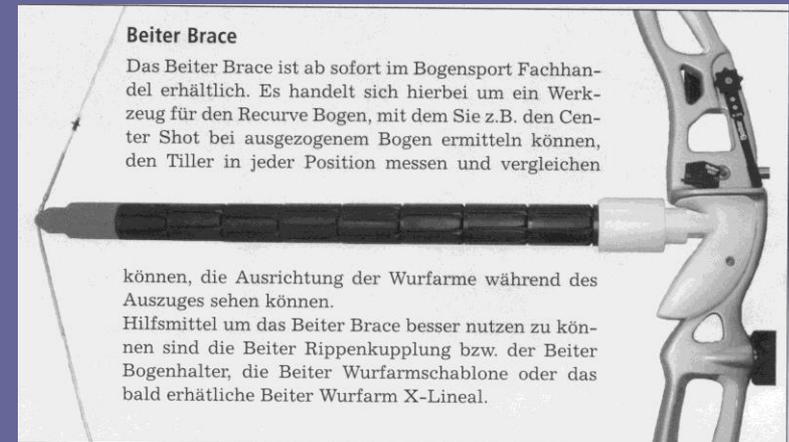
- Bowbracer



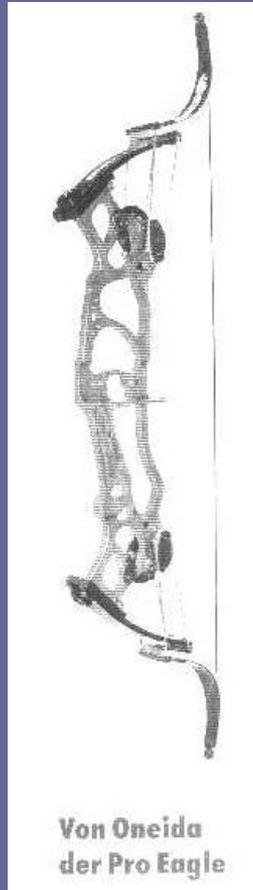
- Zugwaage

- Chronograph

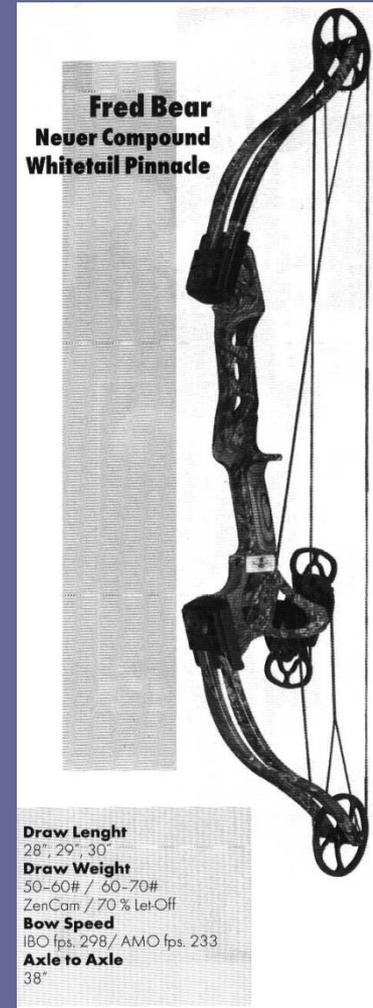
- Imbus-Schlüssel



Bauweisen Compound



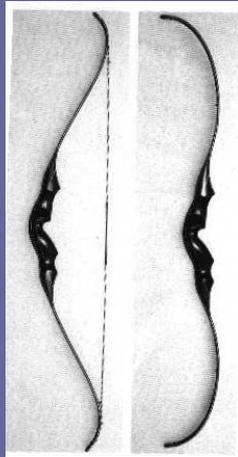
Von Oneida
der Pro Eagle



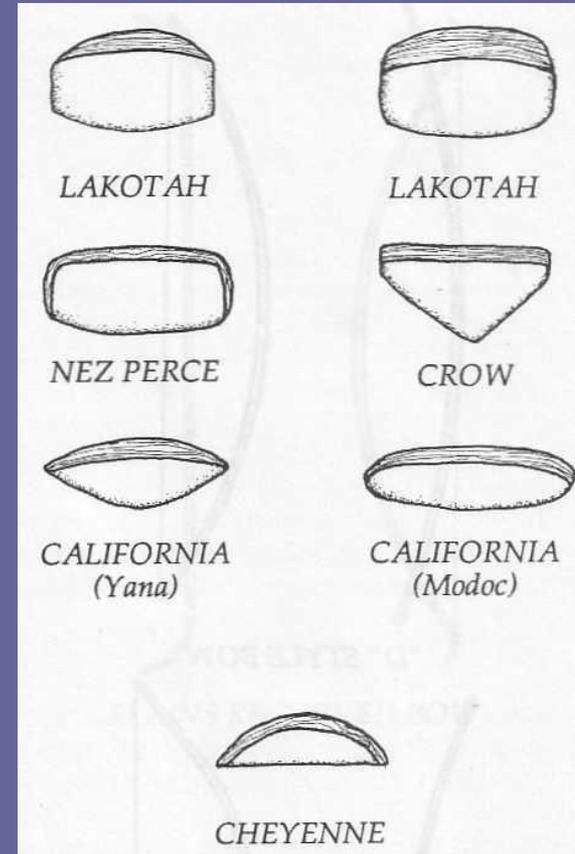
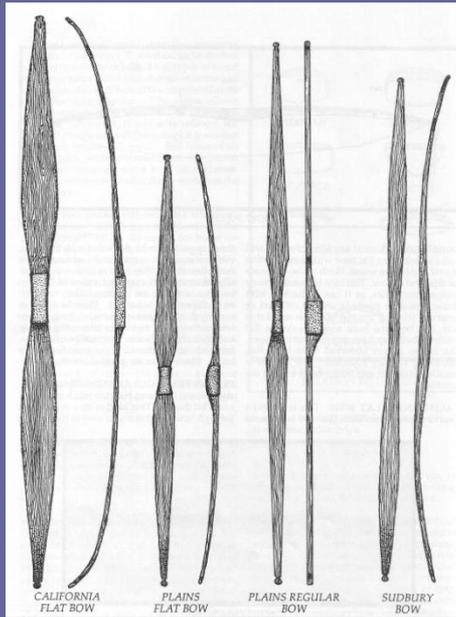
**Fred Bear
Neuer Compound
Whitetail Pinnacle**

Draw Length
28" - 29" - 30"
Draw Weight
50-60# / 60-70#
ZenCam / 70% Let-Off
Bow Speed
IBO fps. 298 / AMO fps. 233
Axle to Axle
38"

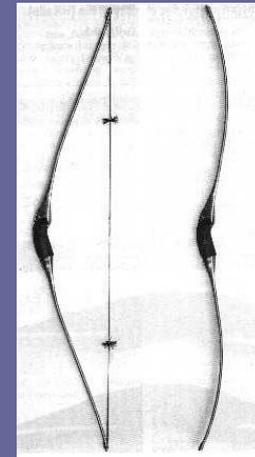
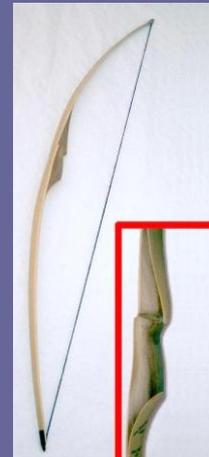
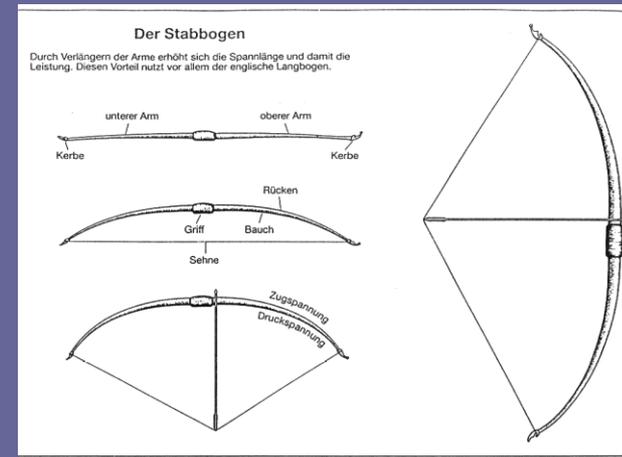
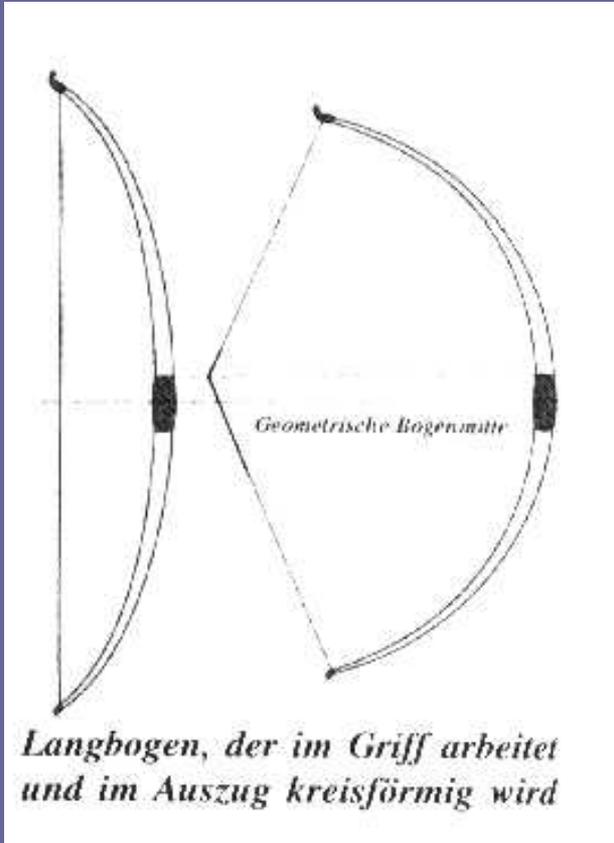
Bauweisen Recurve



Bauweisen Langbögen

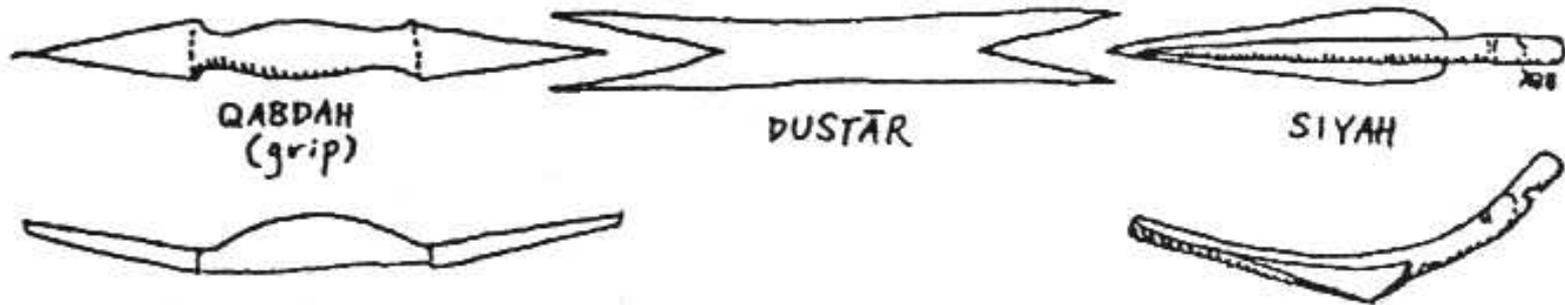


Bauweise Langbögen

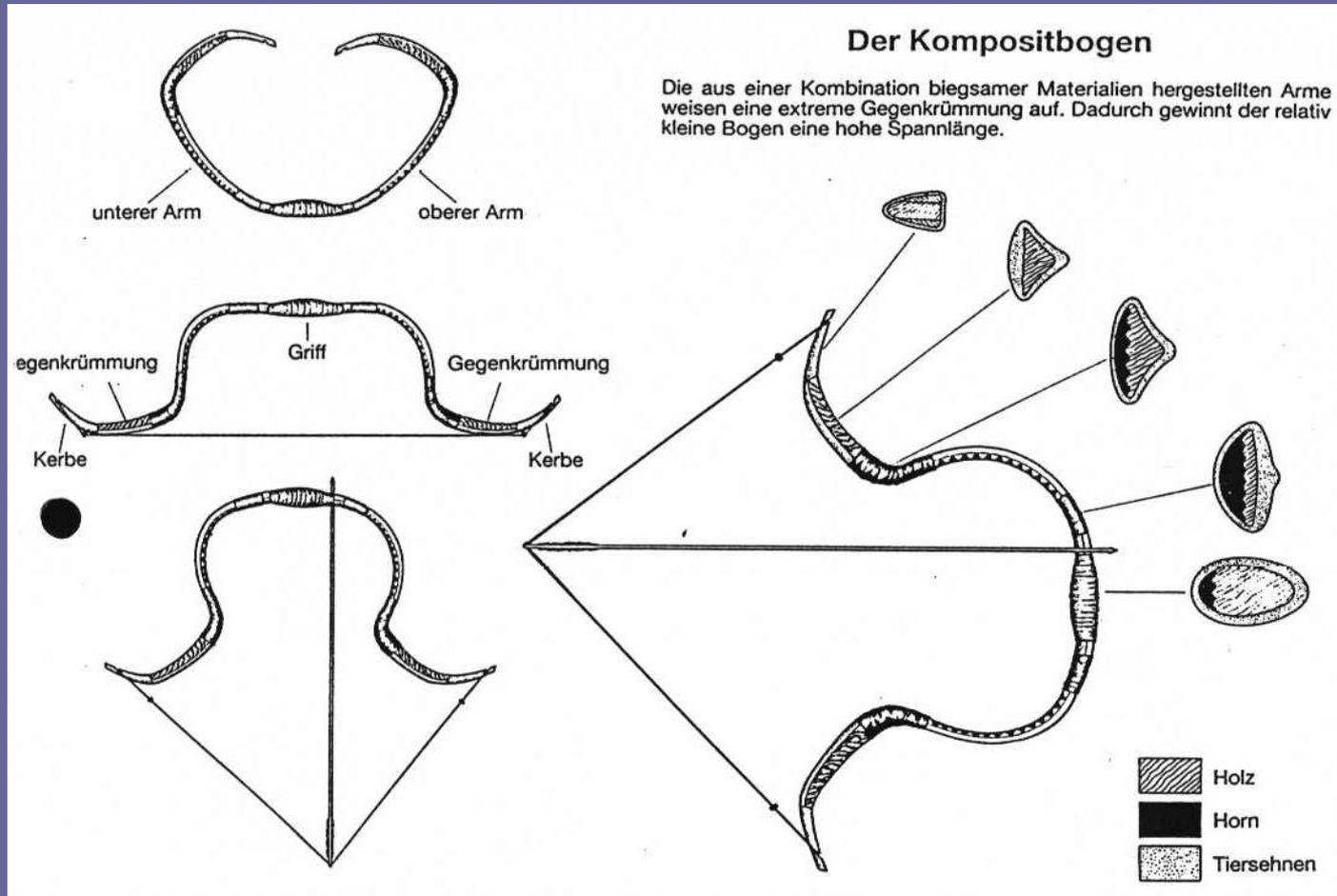


Bauweisen Compositbögen

Wooden core of the bow, showing separate pieces (top half)



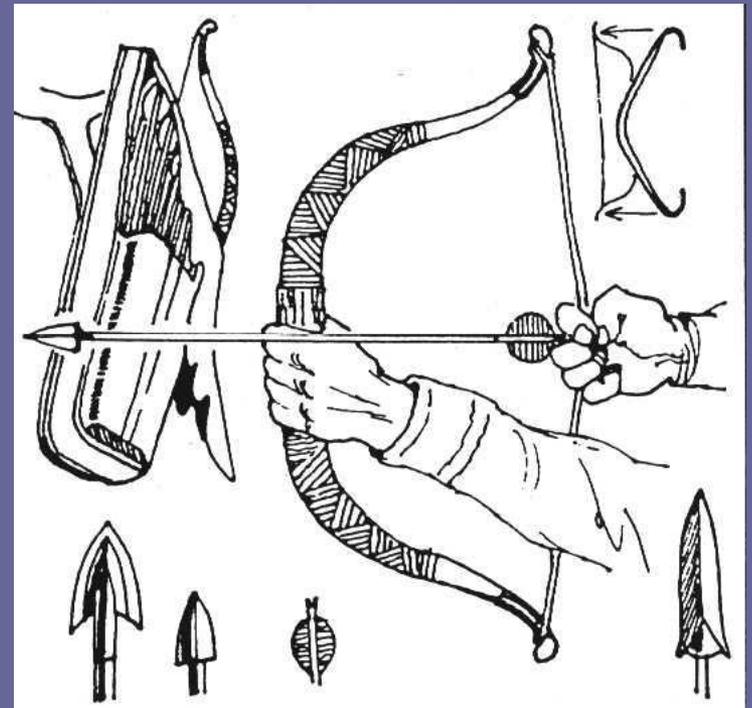
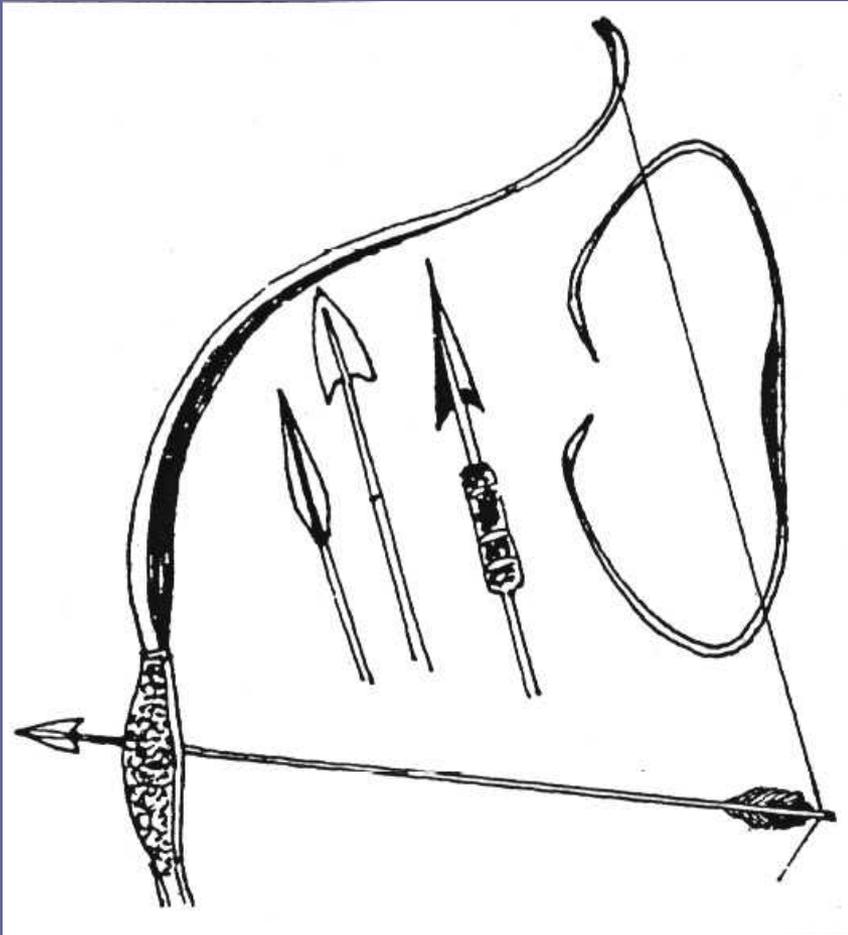
Compositbogen



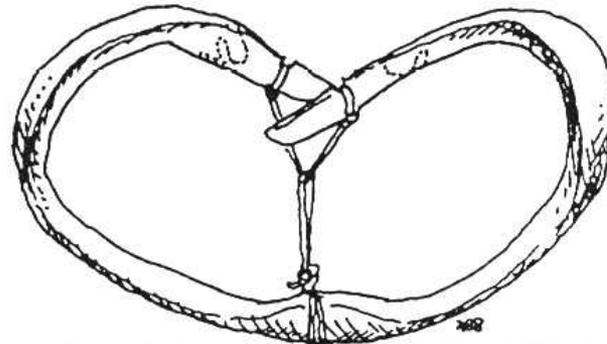
Bauweisen

Reiter-Bogen

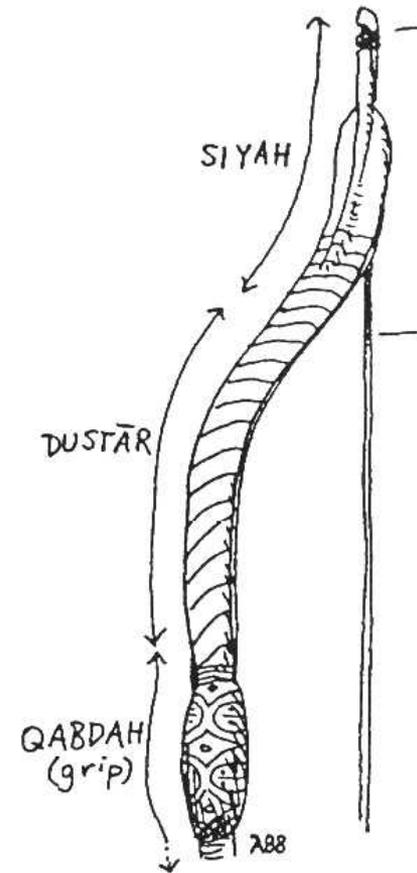
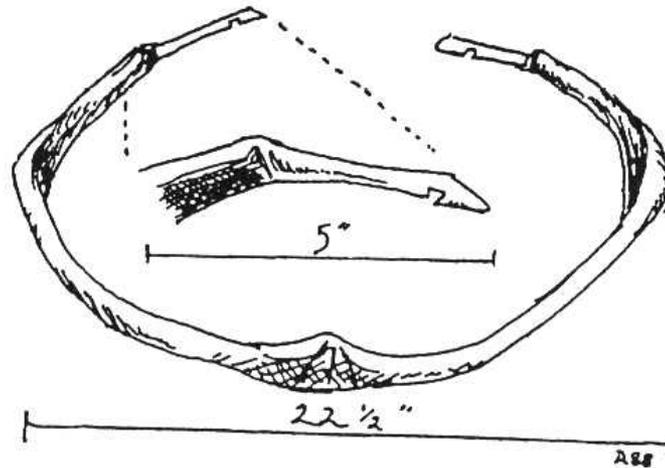
Mongolen - Skythen



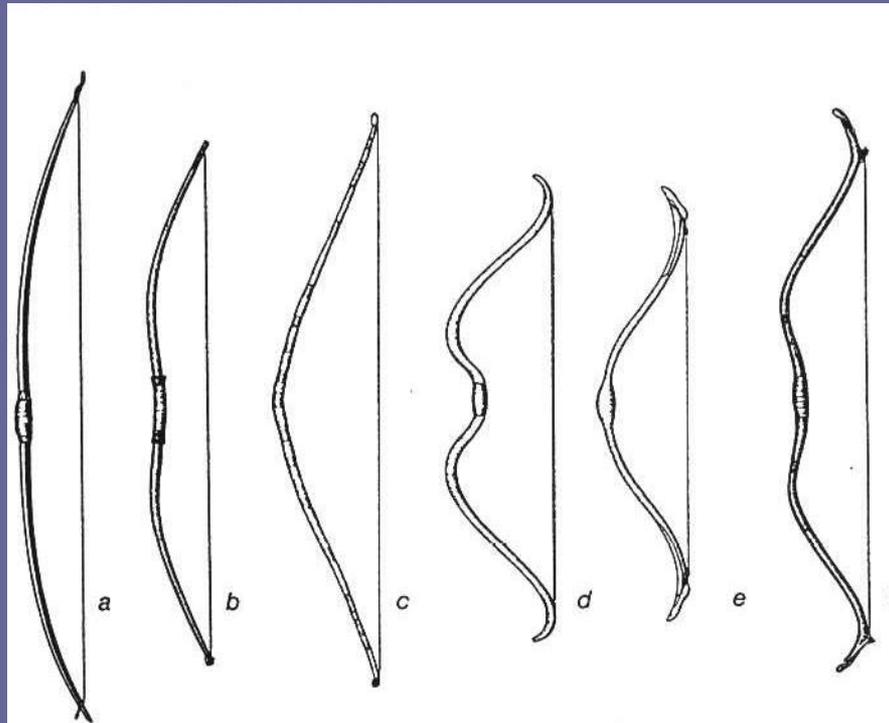
Bauweisen Saraszenenbogen



FINAL STAGES OF CONSTRUCTION. DOTTED LINE SHOWS FINISHED FORM OF NOCK.



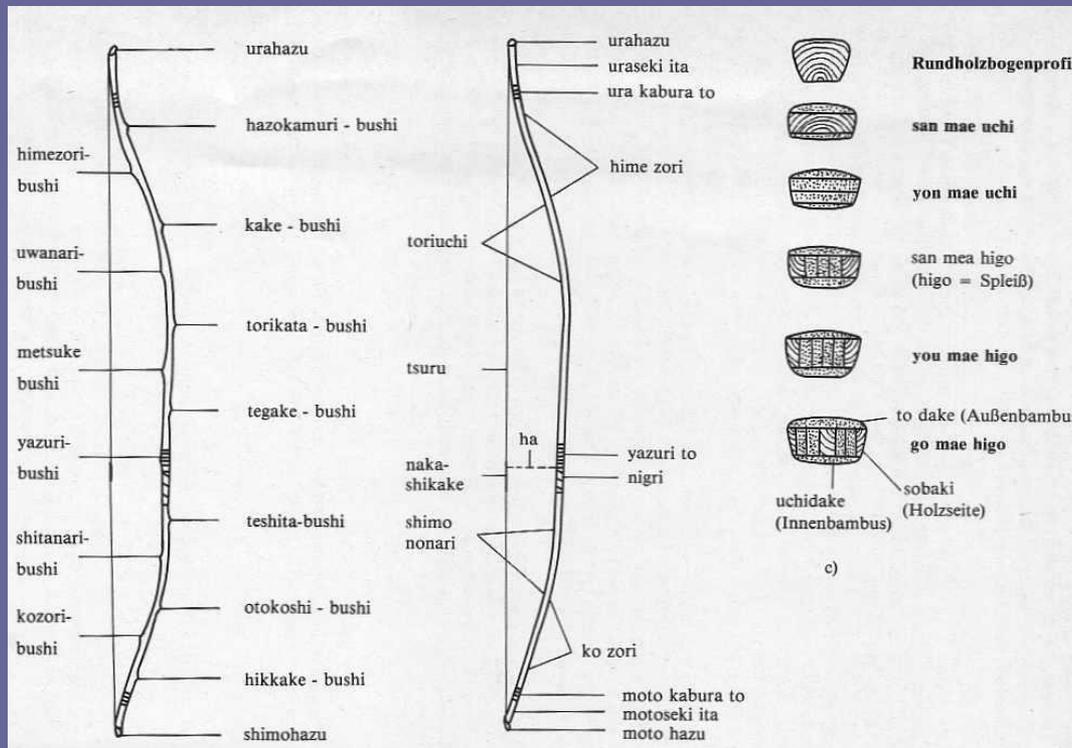
Alte Bogenformen



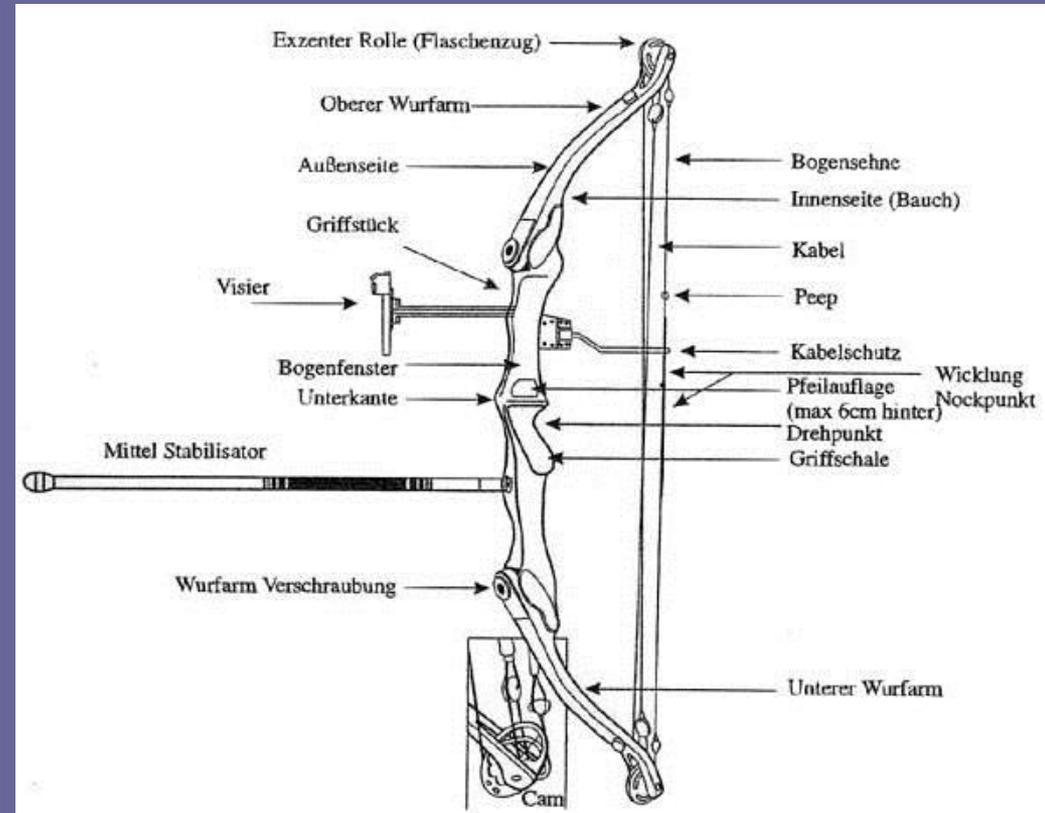
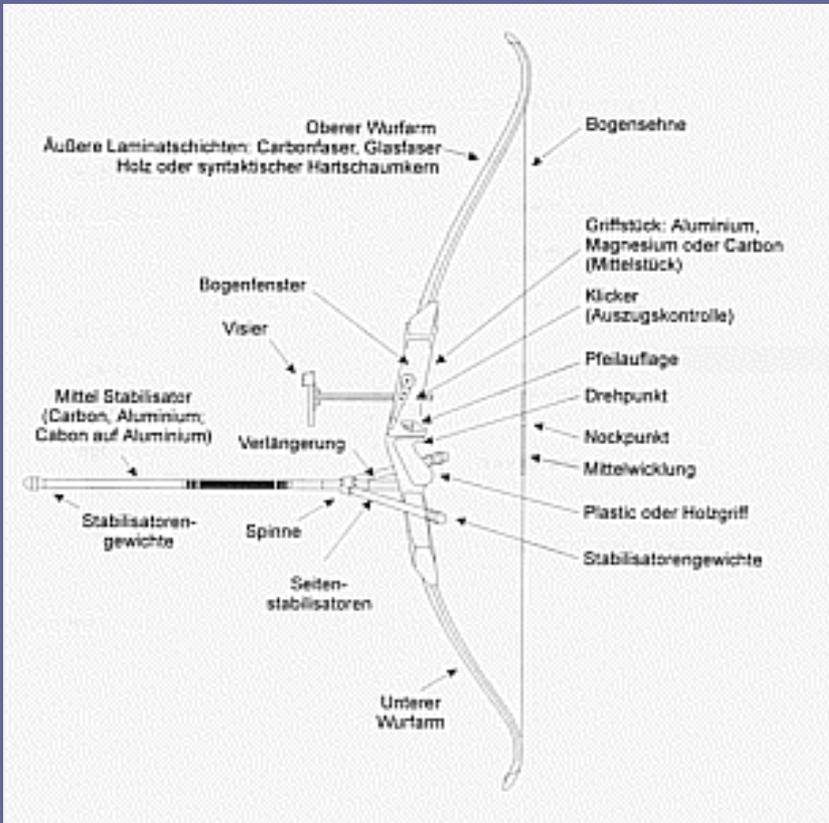
Typische Bögen

Für die wichtigsten Bogenarten stehen hier der mittelalterliche Eibenholz-Langbogen (a), der mit Tiersehnen verstärkte Bogen der Teton-Lakota-Indianer (b) sowie vier verschiedene Kompositbögen: ein westasiatischer Winkelbogen (c), ein skythischer Bogen (d), ein türkischer Bogen aus dem 17. Jahrhundert (e) und eine Waffe der Krimtataren aus der gleichen Zeit (f).

Bauweise Kyudo



Bezeichnungen



Zusatzausrüstung des Bogens

- Stabilisierung
- Visiere
- Dämpfer
- Pfeilauflagen
- Pfeilanlagen
- Klicker

Stabilisierung

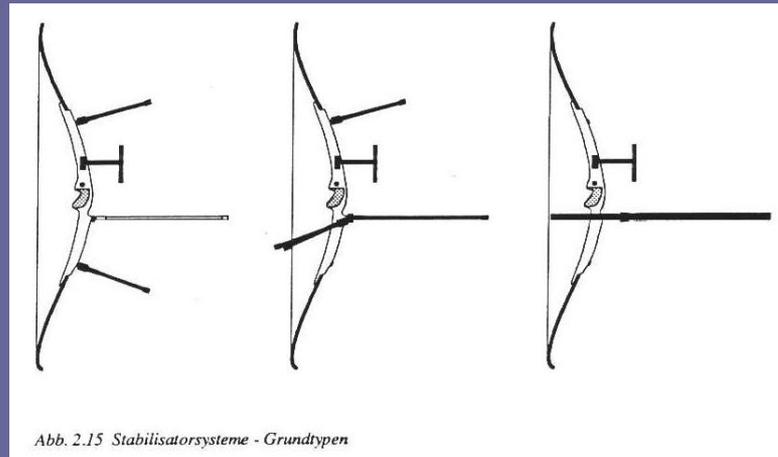
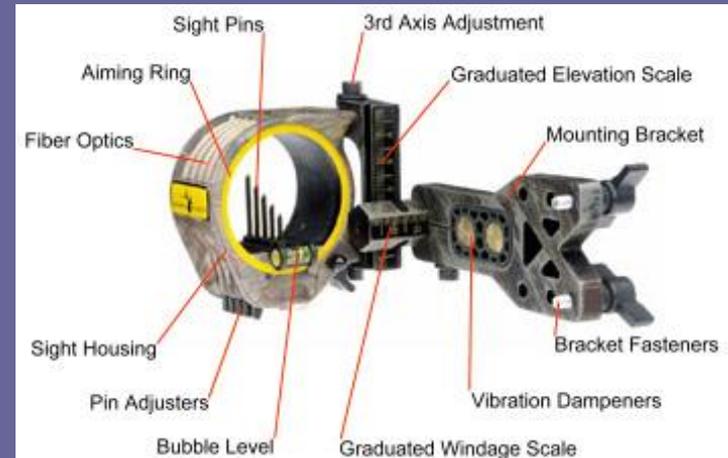


Abb. 2.15 Stabilisatorsysteme - Grundtypen

Visiere Compound



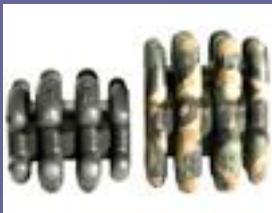
Visiere C 2



Visiere Recurve



Dämpfer

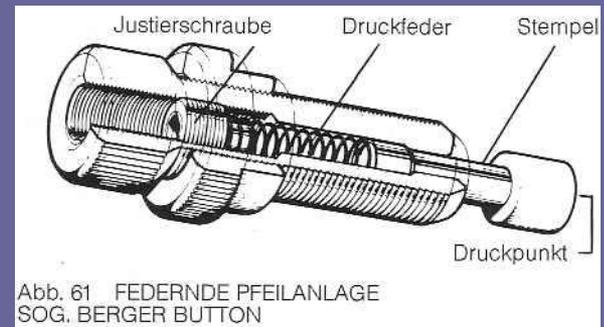


Pfeilanlagen

 <p>30000 Black Sheep Button Most economical button available.</p>	 <p>30160 Spigarelli Standard Button A good choice for beginning archers.</p>	 <p>30140 Cavalier Master Button 30145 Cavalier Master Button Long</p>
 <p>30220 Shibuya Button One of the most popular buttons available. *5/16", M8</p>	 <p>30240 AGF Button High quality product from AGF of Switzerland. *5/16", M8</p>	 <p>30300 Spigarelli Micro Adjustable Button With adjustable button pressure for group tuning. Numbered scale. *5/16", M8</p>
 <p>30260 Cartel Micro Button Superior micro adjustability at an amazing price.</p>	 <p>30310 Spigarelli Securbutton Smoothest button on the market with a unique micro adjustment design that can be secured.</p>	 <p>30340 Beiter Button Most popular button in international competition. *5/16", M8, M10 *Lengths: 21.5/ 24.5 / 26.5/ 29.5/ 32.5/ 34.5</p>

<p>NEW</p>  <p>31405 Cavalier Clicker Magnetic with Extension Can be mounted directly on sight.</p>	 <p>31000</p>	 <p>31020</p>	 <p>31100</p>	 <p>31200</p>	 <p>31500</p>	 <p>31300</p>	 <p>31320</p>
---	---	---	---	---	---	---	---

 <p>31400 Cavalier Clicker Magnetic 31420 Cavalier Clicker Extension (not pictured)</p>	 <p>31600 Golden Key See-All Mirror</p>	<p>31000 Super Clicker EX Short 31020 Super Clicker Long 31040 Beangston Clicker 31100 3.W.D. Clicker 31200 Spigarelli Clicker 31500 Clicker Extension 31300 Beiter Clicker * Stiffness: 0.20 - 0.25 - 0.30 * 4-40, 4-40 Avalon, M4 31320 Win & Win clicker</p>
--	---	---



Pfeilauflagen



32000 Hoyt Super Rest
Most popular recurve arrow rest.
Ideal for beginning archers.



32010 Cartel Super Rest



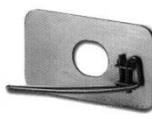
32020 Hoyt Hunter Rest
Ideal for instruction bows. Stronger
than standard Super Rest



32210 Cartel Double Wire Rest



32100 J.V.D. Flipper Rest Carbon
32110 J.V.D. Flipper Rest Aluminum



32130 Cavalier Flipper Rest T-300 Target



32160 Gompy Flipper Rest Carbon
32170 Gompy Flipper Rest Aluminum



32200 Cartel Flipper Rest
Can be cut to length.



32230 Win & Win Magnetic Rest
Adjustable height, can be cut to length.
Best self adhesive arrow rest.



32300 Spigarelli Magnetic Rest
*Avalon-Elan-Axis, PSE, Universal
32305 Spigarelli Magnetic Rest GM-Yamaha
*Hoyt GM, Yamaha Eolla



32330 Spigarelli Gua Magnetic Rest
Highest quality recurve arrow rest currently available.



32340 Cavalier Magnetic Rest Free Flyte
All Cavalier magnetic rests can be used as a regular flipper style rest.



32350 Cavalier Magnetic Rest Free Flyte Micro
With horizontal micro adjustment.



32370 Cavalier Magnetic Rest Free Flyte Elite
CNC machined and adjustable both horizontal and vertical.

Pfeilauflagen Compound



33000 Golden Key Springy Rest

33400 Cavalier Stinger Hunter
33405 Cavalier Stinger Snake
Best value arrow rest.

33020 Golden Key FT Special

33040 Golden Key TM Hunter

33060 Golden Key Goldfinger

33080 Golden Key Star Hunter

33120 Golden Key Accu Golden Guide

33730 Bernardini Rubber Rest

33720 Spigarelli Top Rest
Can be used as a fall away or as a regular arrow rest. Most popular fall away rest in 1998 & 1999.

33725 Spigarelli Magnetic Compound Rest
Can be used as a fall away or as a regular arrow rest. Uses a magnetic for downward pressure.

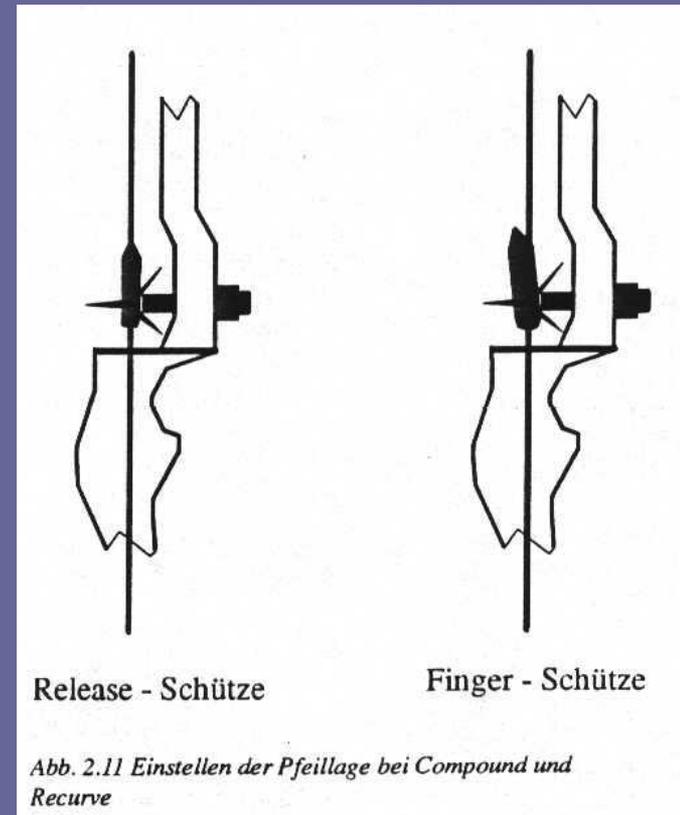
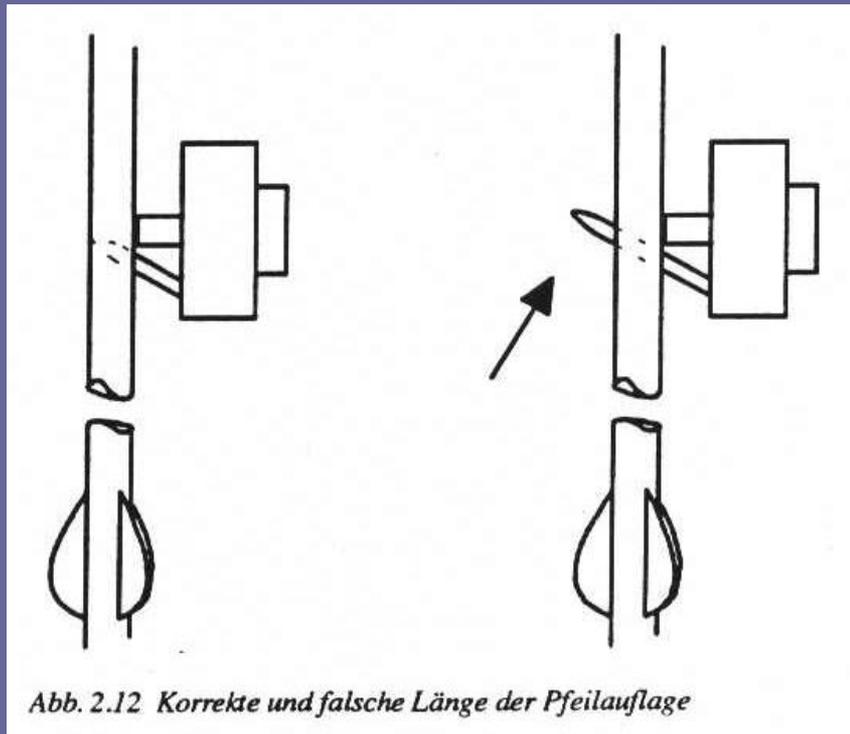
33540 Cavalier Badger Double Prong
33545 Cavalier Badger Snake Tongue

33560 Cavalier Silhouette Double Prong
33565 Cavalier Silhouette Snake Tongue
The new Silhouette rests combine easy adjustability and precision bushing system at a medium price point.

Pfeilauflagen C 2



Montage der Pfeilauflagen



Lage der Leitfeder

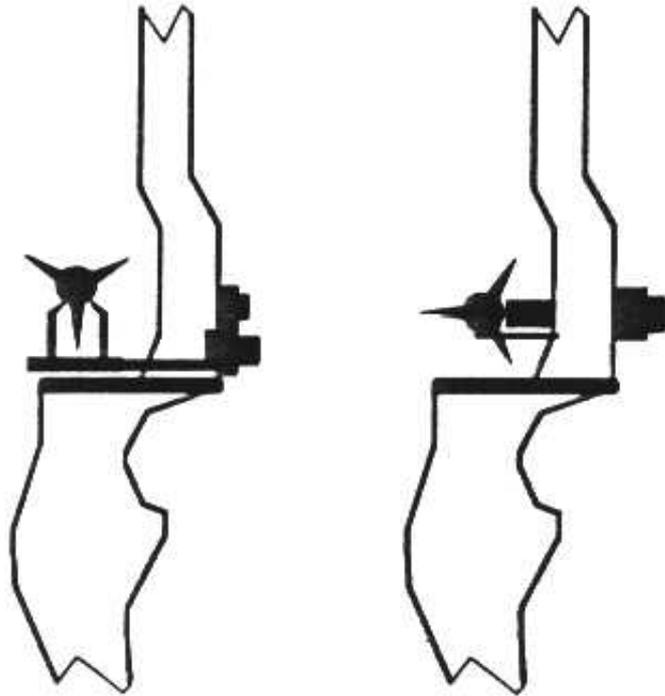


Abb. 2.13 Leitfederposition Release- und Finger-Schütze

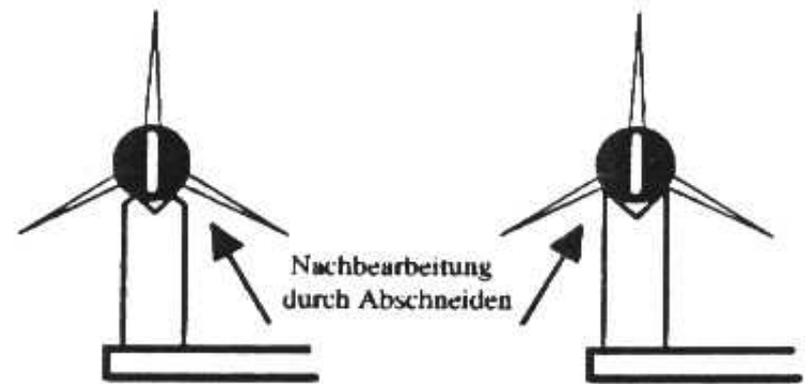
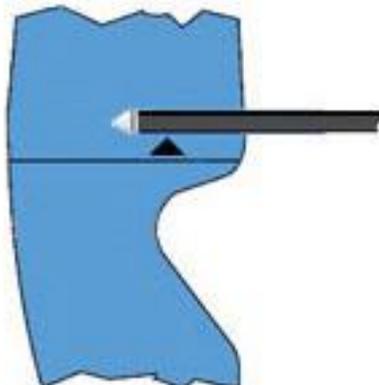


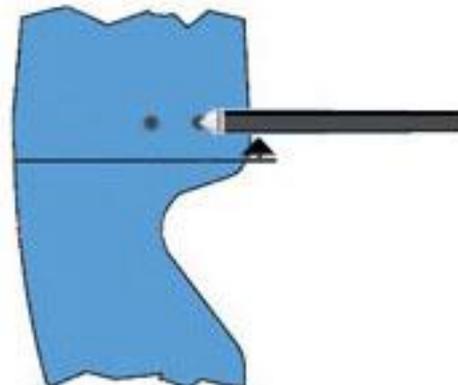
Abb. 2.14 Korrekturen bei einer Compound-Auflage

Overdraw und Pivot



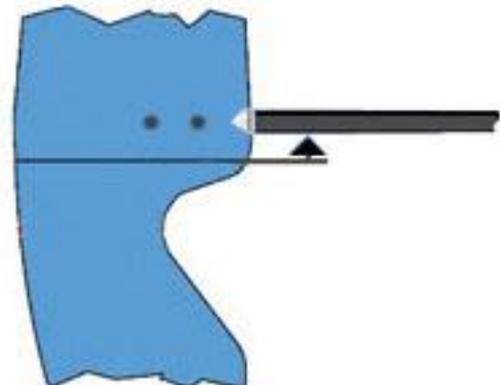
1-2" LESS

TM Hunter/Quiktune
Bodoodle Zapper
Trap Door Fall Away



2-3" LESS

Whisker Biscuit
GK Premier Infinity
Tuffy Hunter

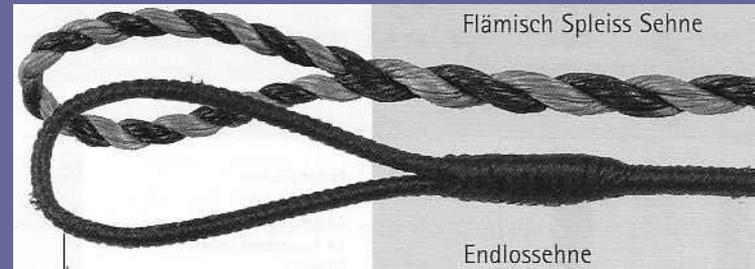


3-4" LESS

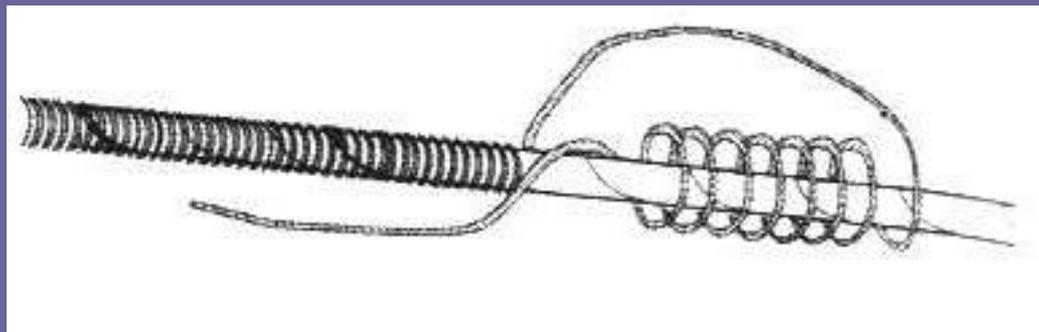
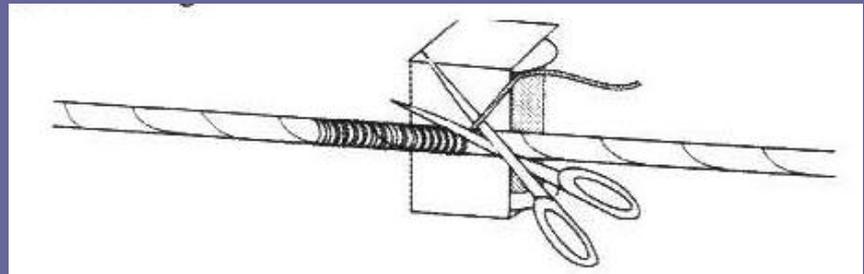
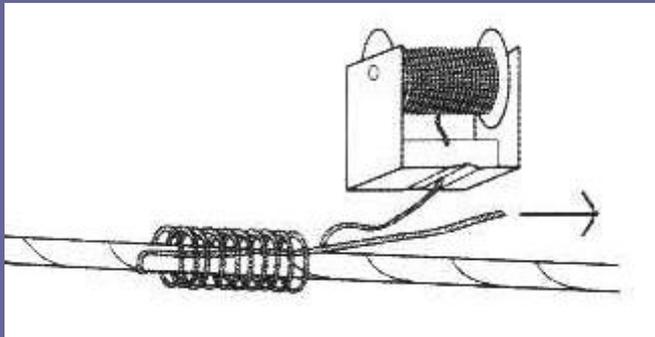
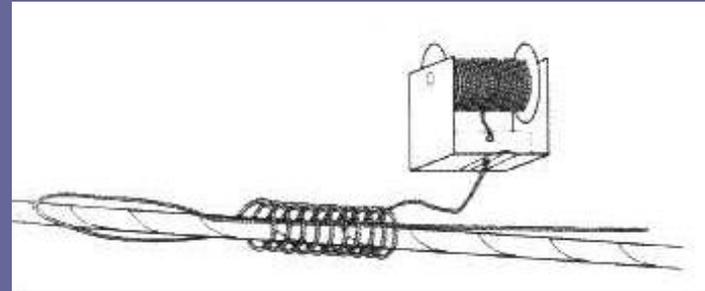
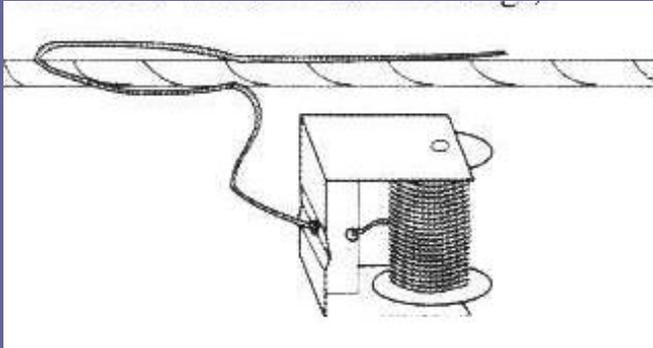
Muzzy Zero Effect
Bodoodle Conquest II
Bolt-On Overdraws

Sehnen

- Material
- Wickelart
- Sehnenaugen
- Sehnenbau

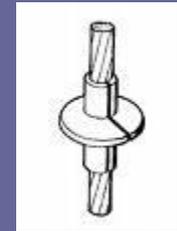


Wickeltechnik



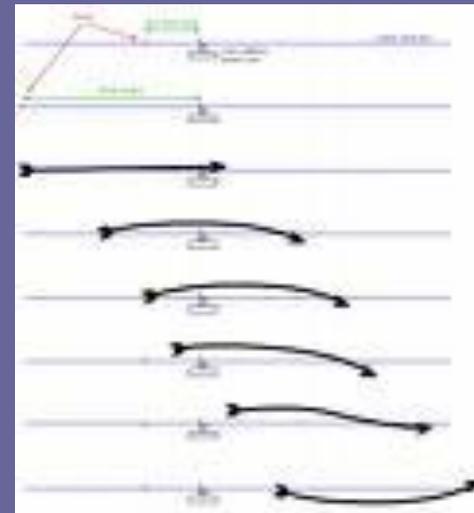
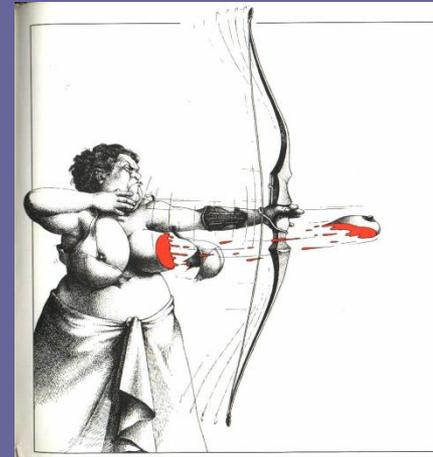
Zusatzausrüstung der Sehne

- Schutzwicklungen
- Nockfixatoren
- Kisser
- Peep
- Loop



Abgangsbalistik

- Pfeilreflex = Archers Paradoxon
- Kurzer Beschleunigungsweg! Auf 50cm von 0 auf 300km/h
- Restenergie: Handschock, Vibrationen, Lärm, Drehmomente,....
- 2 Winkel und die Abgangsgeschwindigkeit bestimmen die Wurfparabel!



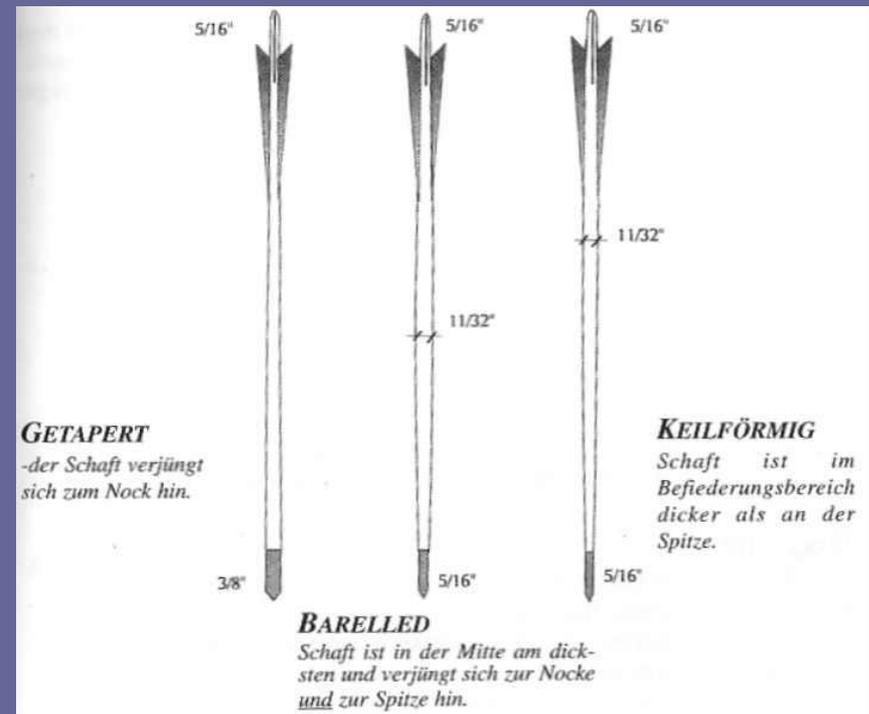
Abgangsballistik 2

- Der Pfeil wird in eine Wurfparabel befördert
- Der Pfeil ist ein folgsames Geschoss

Außenballistik

Ballistik des Geschosses

- Form des Geschosses:
 - zylindrisch
 - getapert
 - gebarrelt
 - keilförmig



Der Pfeil

- Teile des Pfeils: Spitze Schaft
Nocke Befiederung
- Pfeilmaße

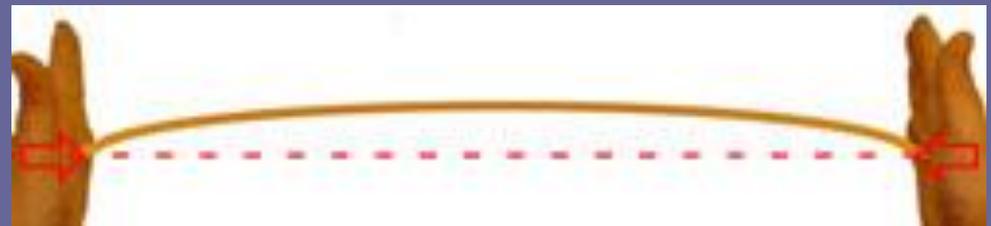
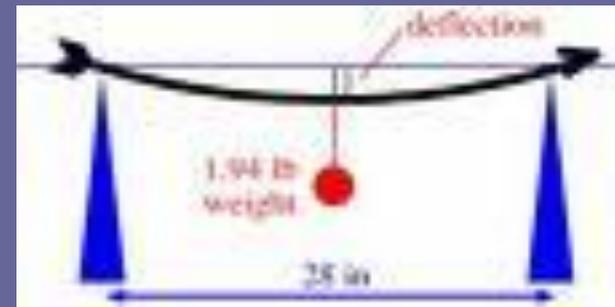


- Materialien
Glasfiber
Holz
Gespleißtes Holz
Alu
Alu-Carbon Carbon auch
innen möglich!
Carbon linear
Carbon gewickelt



Spinewert

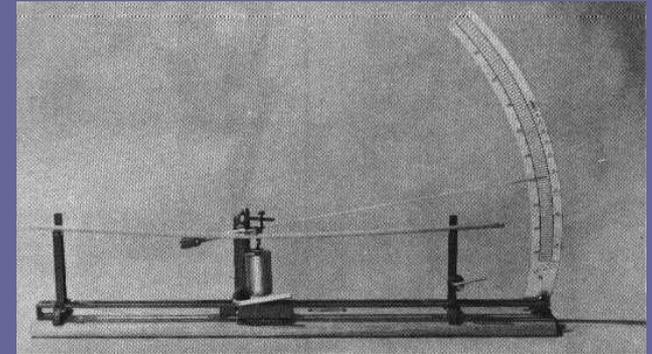
- Statischer Spinewert:
Biegewert bei
Querbelastung 26
Zoll, 2 Pfund
- Dynamischer
Spinewert:
Biegeverhalten bei
Druckbelastung in
Längsrichtung



Der Pfeil 2



- Spinetest-Maschine



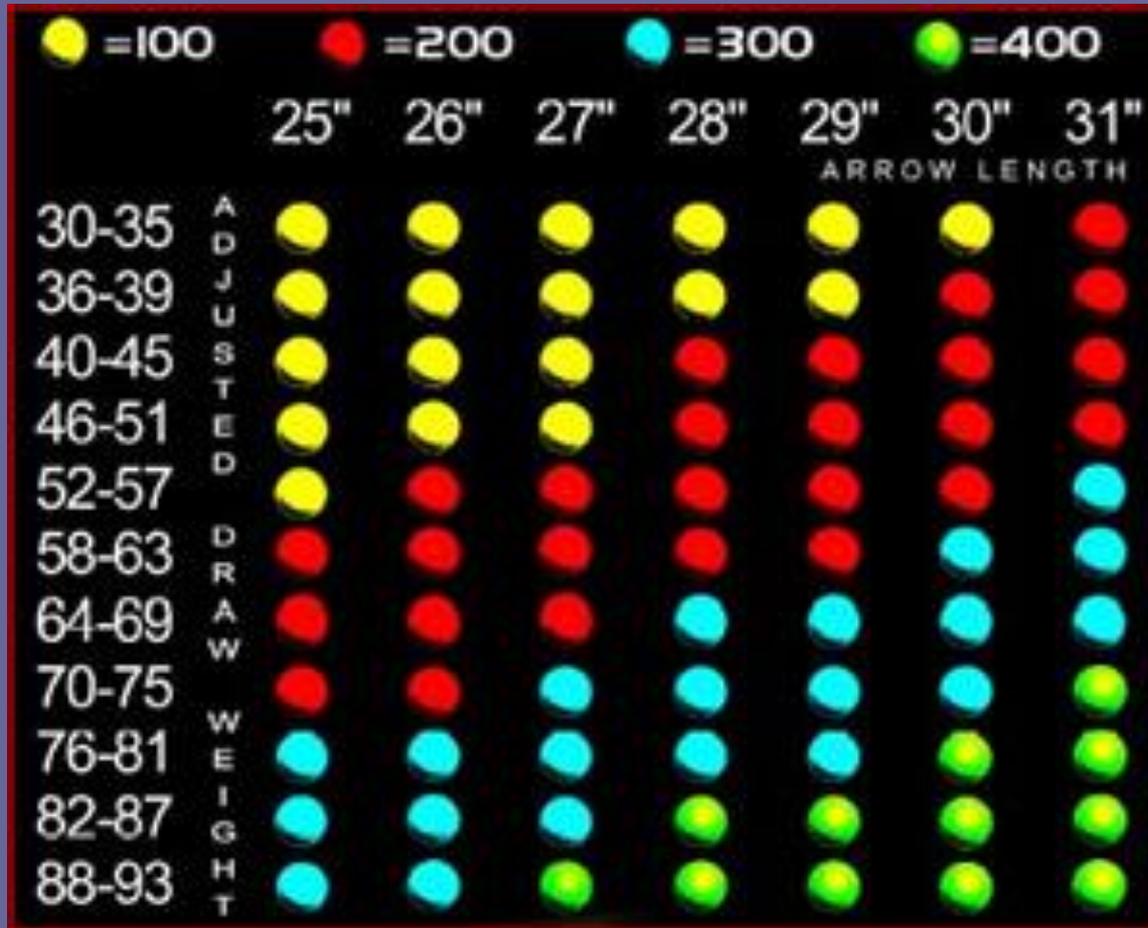
- Richtgerät



- Säge



Statischer Spine Tabelle 1



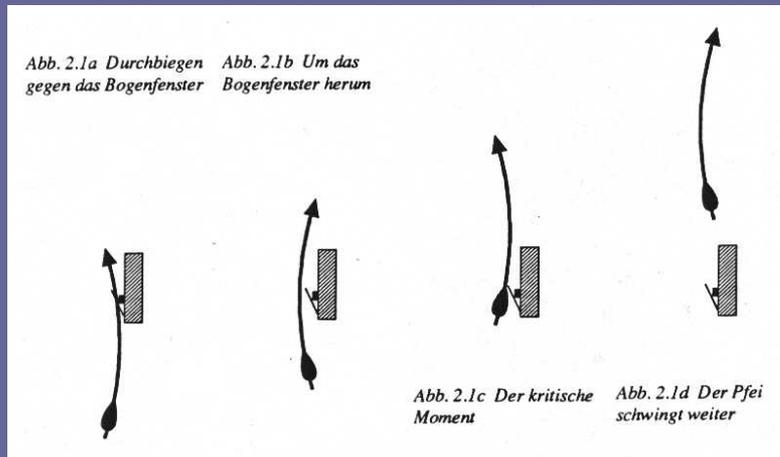
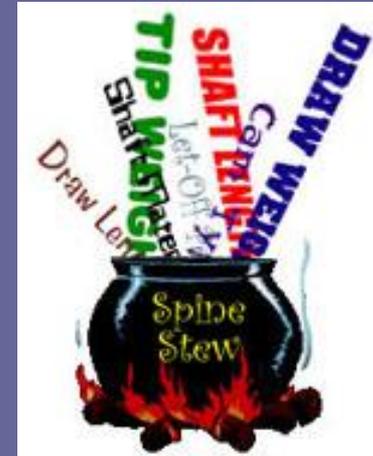
Zuordnung Spine - Pfund

AM0 SPINE CHART

1.300 - 20#	.566 - 46#	.366 - 71#
1.248 - 21#	.555 - 47#	.361 - 72#
1.196 - 22#	.543 - 48#	.357 - 73#
1.144 - 23#	.532 - 49#	.352 - 74#
1.092 - 24#	.520 - 50#	.347 - 75#
1.040 - 25#	.511 - 51#	.343 - 76#
1.005 - 26#	.501 - 52#	.338 - 77#
.971 - 27#	.492 - 53#	.334 - 78#
.936 - 28#	.482 - 54#	.329 - 79#
.902 - 29#	.473 - 55#	.325 - 80#
.867 - 30#	.465 - 56#	.321 - 81#
.842 - 31#	.457 - 57#	.317 - 82#
.817 - 32#	.449 - 58#	.314 - 83#
.793 - 33#	.441 - 59#	.310 - 84#
.768 - 34#	.433 - 60#	.306 - 85#
.743 - 35#	.426 - 61#	.303 - 86#
.724 - 36#	.420 - 62#	.299 - 87#
.706 - 37#	.413 - 63#	.296 - 88#
.688 - 38#	.407 - 64#	.292 - 89#
.669 - 39#	.400 - 65#	.289 - 90#
.650 - 40#	.394 - 66#	.286 - 91#
.636 - 41#	.388 - 67#	.283 - 92#
.621 - 42#	.383 - 68#	.280 - 93#
.607 - 43#	.377 - 69#	.277 - 94#
.592 - 44#	.371 - 70#	.274 - 95#
.578 - 45#		

Dynamischer Spine

- Länge des Pfeils
- Masse des Pfeils
- Gewicht der Spitze
- Abschussgeschwindigkeit
- Dyn. Spine führt zum Pfeilreflex, der in der passenden Form ablaufen sollte.



Auswirkung des Spinewerts

Pfeilgruppierungen

Vergleiche auf den
Wettkampfdistanzen

Vergleiche der Gruppierungsverhältnisse auf den FITA Wettkampfdistanzen geben anschaulich Auskunft, ob eine Ausrüstung gut abgestimmt ist.

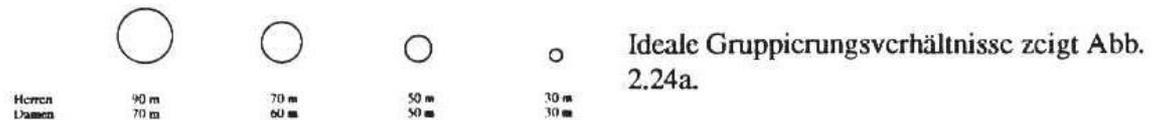


Abb. 2.24a Ideale Gruppierungsverhältnisse

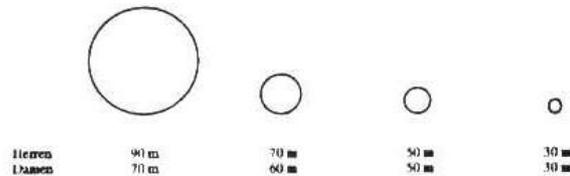


Abb. 2.24b Große Streuung auf lange Distanzen

Abb. 2.24b zeigt eine überproportionale Streuung auf 90 (70) Meter. Aufgrund einer zu großen Befiederung oder eines zu starken Dralls verliert der Pfeil ab etwa 70 Meter abrupt an Geschwindigkeit und beginnt zu wackeln.

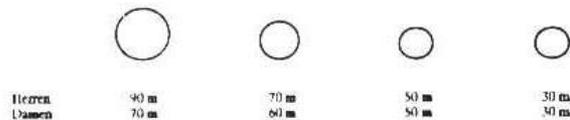


Abb. 2.24c Große Streuung auf kurze Distanzen

Eine überproportional große Streuung auf kurze Distanzen (Abb. 2.24c) läßt darauf schließen, daß der Pfeil am Bogen streift, wackelt (*engl. minnowing*) (Abb. 2.25) und sich erst auf größere Distanzen stabilisieren kann.

Abb. 2.25
Minnowing



Der Pfeil 3

- Abschussgeschwindigkeit
- Luftwiderstand (Strömungslehre!)
- Verwendungszweck Treffen
 - Durchbohren
 - Zerschneiden
 - Zerschlagen
 - Treffen ohne Schaden
 - Entzünden
 - Heulen

Die besonderen Punkte des Pfeils

- Geometrische Mitte
- Schwerpunkt (wird durch die Schaftform und die Zusätze (Spitze, Nocke, Befiederung) bestimmt.
- Lateralschwerpunkt
- Schwingungsknoten

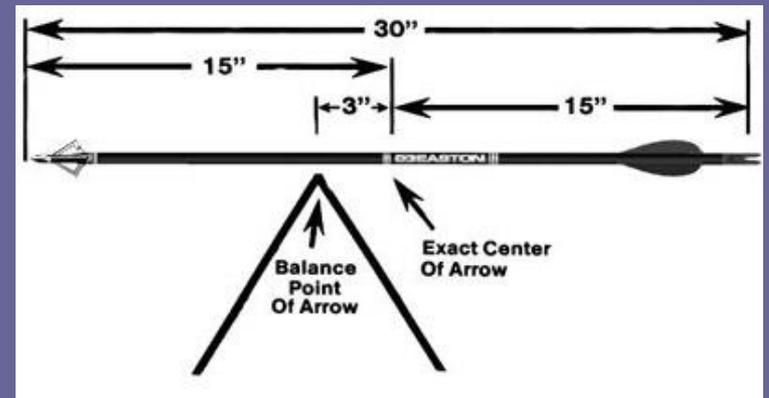
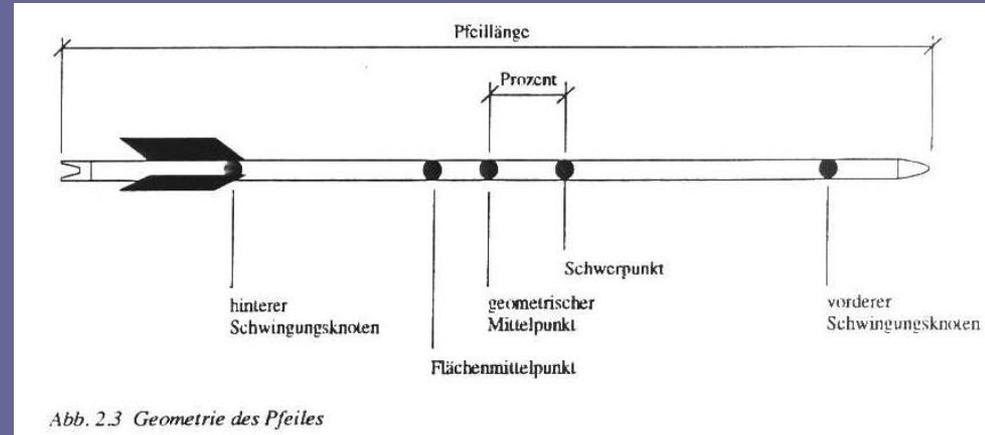
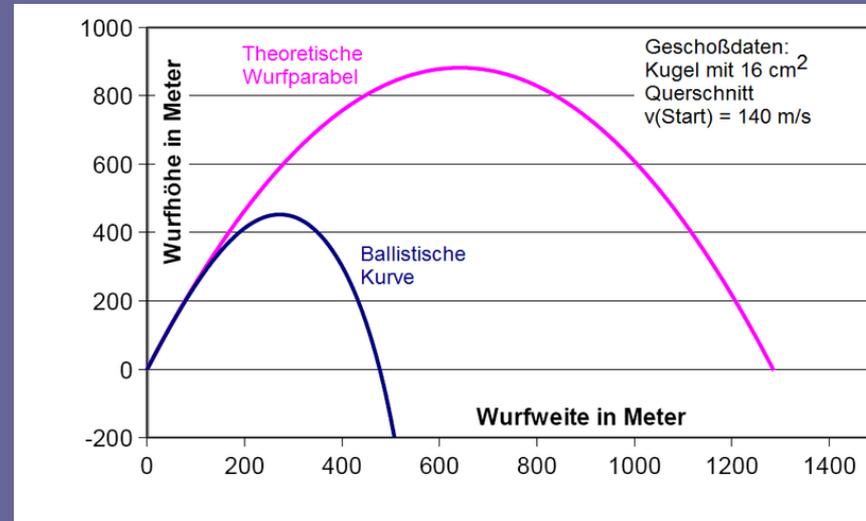


Abb. 2.2 Vorderer und hinterer Schwingungsknoten

Die Flugbahn des Pfeils

- Trajektorie = Wurfparabel, erstmals von Tartaglia Niccola (1499-1557) beschrieben, obwohl sich die Griechen schon 1500 Jahre früher mit der Parabel beschäftigten.
- Wird durch Abschusswinkel und Abschuss-Geschwindigkeit sowie den Luftwiderstand bestimmt.
- Der Pfeil ist ein folgsames Geschoss!



Abschussgeschwindigkeit

- Wird durch Länge und Richtung eines Pfeilvektors gekennzeichnet.
- Lässt sich in eine vertikale und eine horizontale Komponente zerlegen.
- Die vertikale Komponente wird von der Schwerkraft „aufgezehrt“. Bei 0 ist der höchste Punkt der Parabel erreicht.
- Die waagrechte Komponente ist – abgesehen vom Luftwiderstand = Reibung konstant! D. h. der Schatten des Pfeils ist immer gleich schnell!

Die Reichweite ist abhängig von

- Abschussgeschwindigkeit
- Elevationswinkel
- Luftwiderstand
- Einem schwereren Geschöß macht gleicher Luftwiderstand weniger aus als einem leichten!

Steighöhe = höchster Punkt der Parabel

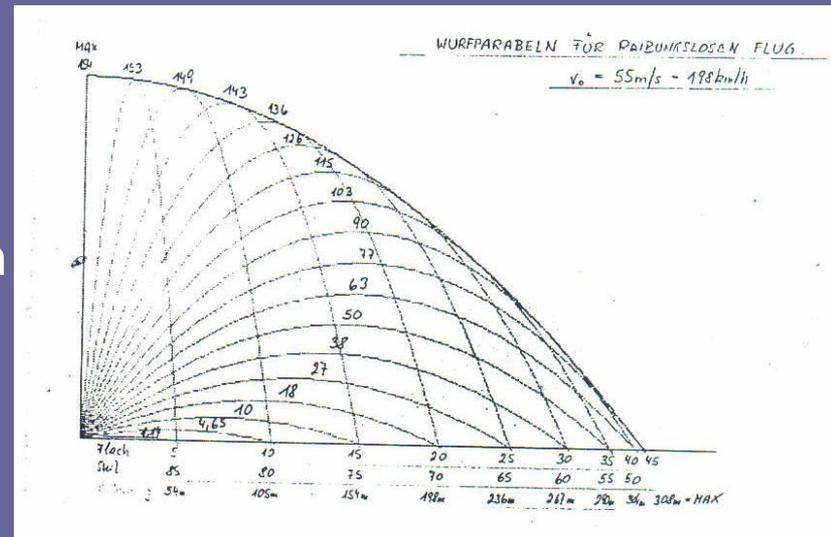
- Die Steighöhe bei horizontal dem Abschuss gleich hohem Ziel ist von der Flugzeit abhängig.
- Die halbe Flugzeit geht es aufwärts, die andere Hälfte abwärts.
- Beispiel: Der Pfeil fliegt 2 Sekunden. Es geht 1 Sec. hinauf (das ergibt 5m, siehe Formel für freien Fall)! 5m über der Visierlinie!

Steighöhe in Abhängigkeit von v -Null

- Je schneller der Pfeil desto kürzer seine Flugzeit desto geringer seine Steighöhe desto flacher die Parabel!
- Vergleiche Compound- mit Langbögen beim Unterschießen von Ästen!
- Mit schnellen Pfeilen wirken sich daher auch Schätzfehler geringer aus!

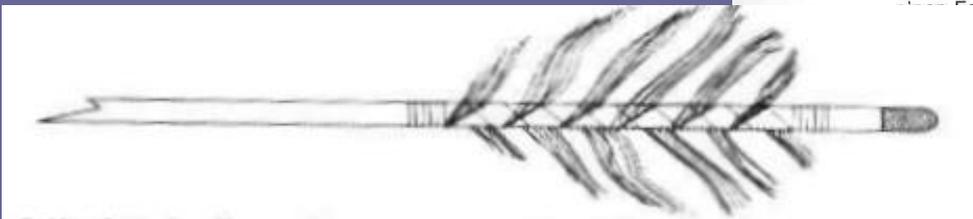
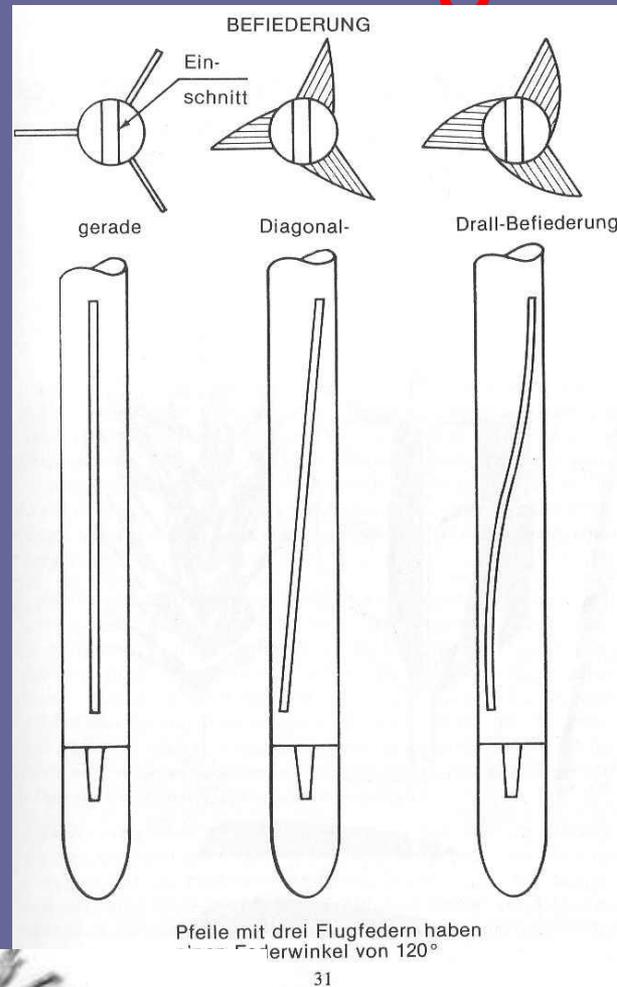
Über die Flugbahnen

- Flugbahnen, deren Abschusswinkel einander auf 90 Grad ergänzen, haben die selbe Reichweite
- DIAGRAMM!
- Maximale Weite bei etwa 45 Grad.
- Man kann etwa $\frac{1}{2}$ so hoch wie weit schießen.
- Weitschießbewerbe nennt man Flightschießen
- Weltrekorde etwas über 1800m!



Typen der Befiederung

- Gerade Befiederung
- Schräge Befiederung
- Helix-Befiederung
- Naturfedern
- Kunststoff
- Eingebauter Drall
- Flu-Flu
- Gewendelter Flu-Flu

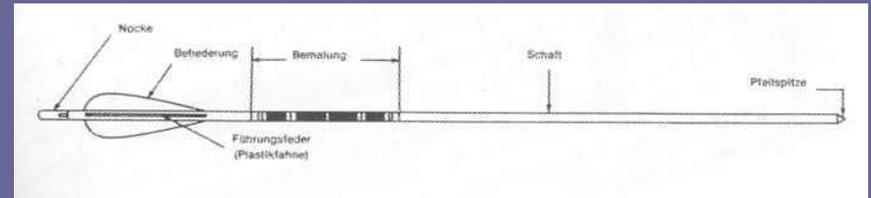


Wirkung der Befiederung

- Bremsfallschirm
- Heckstabilisierung
- Rotation + Ausmitteln von Pfeilfehlern
- Beeinflussung des Lateralschwerpunktes und der Winddrift
- Vergrößerung des Luftwiderstands
- Dämpfen der Startschwingung

Zusätzliche Aufgaben der Befiederung

- Ästhetik durch Form und Farbe
- Individualisierung
- Leit- und Befiedern erkennbar
- Sichtbarkeit
- Extra Bremswirkung (Flu-Flu)



Ziel-Ballistik

- Die Form und Masse der Spitze hängt von der erwünschten Wirkung auf das Ziel, aber auch von den erwünschten Flugeigenschaften des Pfeils ab.



Zielballistik Wettkampfsport

- Schonung des Scheibenmaterials
- Sicheres Stecken
- Leicht ziehbare Pfeile
- Lochgröße

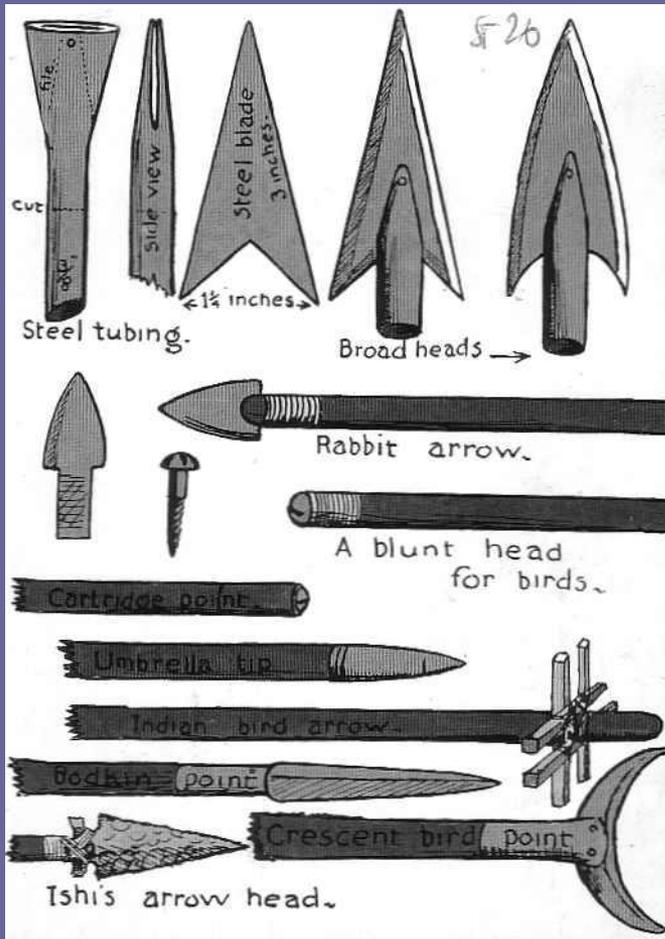
Ziel-Ballistik Jagd

- Zerschlagen der Knochen ohne Eindringen (Blunts oder Judospitzen)
- Großflächige Schußwunde (Broadheads)
- Verhaken in der Beute (Fischjagd)
- Gift einbringen

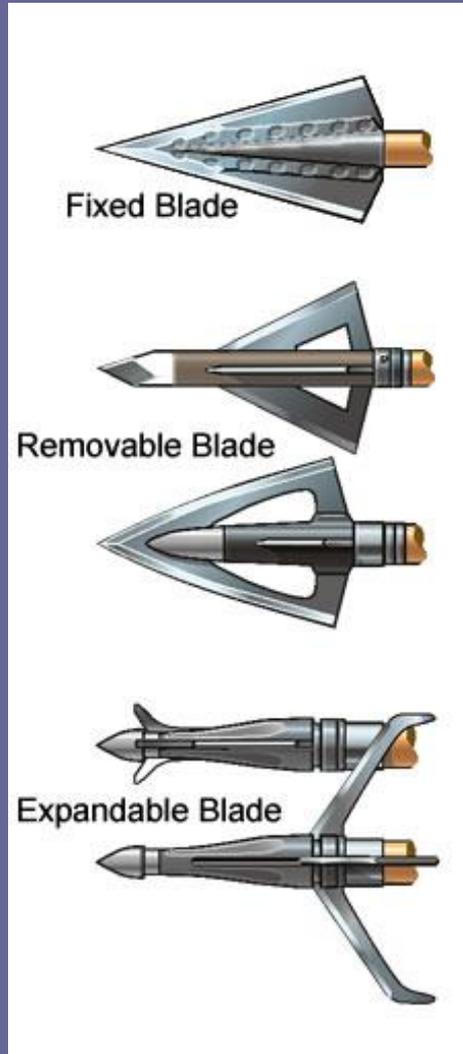
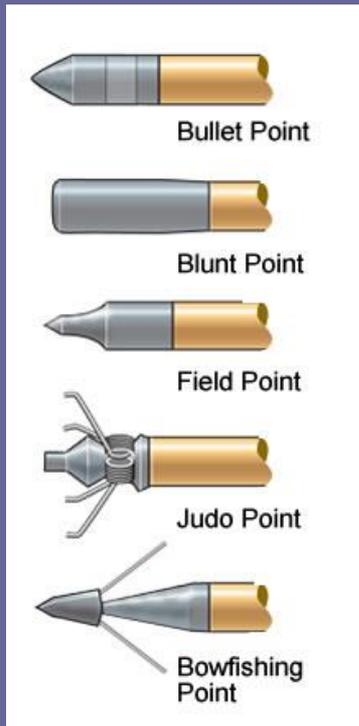
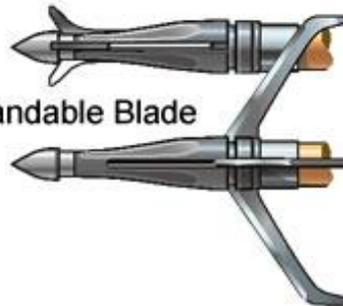
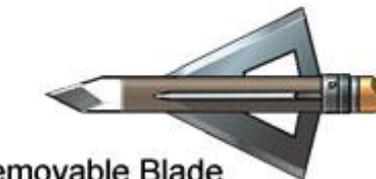
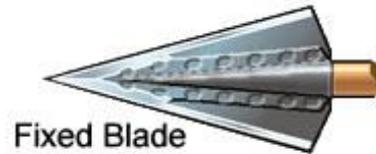
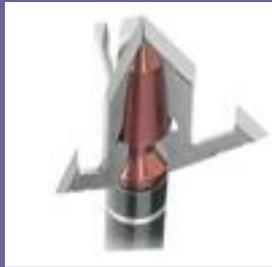
Zielballistik Krieg

- Brandspitze
- Durchdringen von Kettenhemden
- Zerschneiden
- Vergiften

Verschiedene Spitzenformen



Weitere Spitzen



The End

- Es gäbe noch viel zu zeigen, z. Bsp. wunderbare Formeln, dann wäre noch über Tuning zu sprechen, auch über Pfeilauf- und Anlagen sowie Visiere wäre noch etliches zu sagen. Aber alles kann man übertreiben und alles muss ein Ende haben. Dies ist nun dieses Ende!