

Pfeil & Pfeilflug



Pfeile und Pfeilflug - beim Bogenschiessen

von [Mark Leach](#)

aus dem Englischen übersetzt von Wolfgang Höber

Das Wurfverhalten des Bogens

Ein Bogen versorgt den Pfeil mit kinetischer Energie.

Diese wird wie folgt definiert: **Masse x Geschwindigkeit:**

Die Geschwindigkeit eines Pfeils hängt ab von dessen Masse und von der Wurfkraft des Bogens.

Ein Bogen kann einem Pfeil aber nur eine bestimmte Beschleunigung geben und der Pfeil sollte die "optimale Masse" für das jeweilige Bogen-Design haben und *umgekehrt*.

Beispiel: Ein Pfeil zu geringer Masse, sagen wir mal von 1 Gramm Gewicht, würde auf eine Geschwindigkeit beschleunigt, die dem Leer- oder Trockenschuss des Bogens nahe kommt. Ein solcher Pfeil würde fast auf die - theoretische - Maximalgeschwindigkeit dieses Bogens beschleunigt. Dabei übertrüge sich aber nur ein sehr geringer Teil der im Bogen gespeicherten Energie auf den Pfeil. Der große überschüssige Rest dieser Energie müsste nach dem Schuss im Gesamtsystem des Bogens abgebaut werden. Das wäre mit ziemlichem Lärm verbunden und der Bogen würde nach wenigen Schüssen brechen!

Wenn der Pfeil dagegen 1000 Gramm wöge, würde der voll ausgezogene Bogen fast seine gesamte gespeicherte Energie sehr effizient an diesen Pfeil abgeben können. Das würde den Bogen sogar schonen! Doch die Pfeilgeschwindigkeit wäre gering und der Pfeil flöge nur wenige Meter weit. Ein Bogenschütze der einen Pfeil schießt, erlebt das als einen **Wurfimpuls**, dessen Stärke im wesentlichen der Energie-Summe aus Pfeilgeschwindigkeit

und Flugweite entspricht. Je stärker dieser Wurf, desto größer sind Geschwindigkeit, Distanz und Energie des Pfeils, also umso besser. Schnelle Pfeile fliegen einen direkteren Weg zum Ziel und bleiben nicht so lange in der Luft; sie sind also weniger Wind- und Witterungseinflüssen ausgesetzt. Andererseits setzt sich ein etwas schwererer Pfeil besser gegen den Luftwiderstand durch; jedoch um den Preis einer geringeren Pfeilgeschwindigkeit und einer höheren und daher längeren Flugkurve, - besonders auf größere Distanzen. Die Vor- und Nachteile wiegen sich in etwa auf!

Pfeil-Konstruktion

Pfeile bestehen aus Stangen oder Röhren aus steifem Material niedriger Dichte: Holz, Fiberglas, Aluminium, Carbonfasern oder aus der Kombination dünnwandiger Aluminiumrohre, die mit einer Schicht aus Carbonfasern ummantelt sind.

Pfeile sollten ziemlich "steif" und trotzdem sehr biegsam sein. Sie müssen diese Biegungen aushalten, ohne zu verbiegen. Einen vollkommen steifen Pfeil könnte man mit einem Bogen nicht schießen!

Tatsächlich ist der richtige Grad an Biegsamkeit der entscheidende Schlüssel zum erfolgreichen Bogenschiessen und darum soll es hier gehen.

Abgesehen von Holzpfeilen, haben Pfeile normalerweise einen röhrenartigen Schaft, denn bei gegebener Materialmenge sind Röhren steifer, als solide Stäbe.

bei gegebener Materialmenge sind Röhren mit größerem Durchmesser und dünneren Wänden steifer, doch mechanisch schwächer, als dünnere Röhren mit dickeren Wänden. Man muss also Kompromisse schließen.

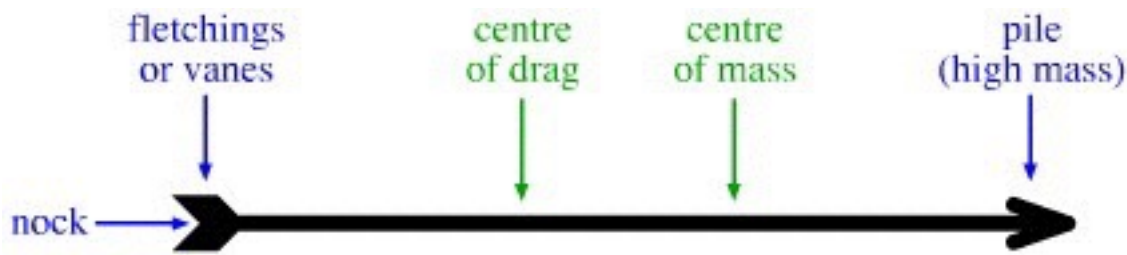
Carbon ist steifer und leichter als Aluminium und das bedeutet, dass der Gesamt-Durchmesser eines Pfeils dünner (also auch aerodynamischer!) sein kann, als ein Aluminium-Pfeil gleicher Steifheit. Und da er leichter ist, ist er auch schneller!

Seit etwa 20 Jahren ist das optimale Design für leichte, steife, und haltbare Pfeile die Kombination aus dünnen Aluminiumröhren, die mit Carbonfasern ummantelt sind.

Die ACE und X10 Pfeile von Easton sind so aufgebaut. Außerdem sind sie etwas bauchig (barreled): d.h. die Carbonhülle ist in der Mitte des Pfeils etwas dicker, als an den Enden,... etwa wie ein Fass. Das ist zur Zeit die beste, aber auch die teuerste Option. Interessanterweise waren die hölzernen Langbogen-Pfeile des Mittelalter ebenfalls etwas bauchig gebaut!

Pfeile besitzt eine massive Spitze (pile, point) aus hochdichtem Metall (Stahl oder Wolfram (tungsten)), eine Nocke (nock), die auf die Bogensehne passt und eine Befiederung (fletchings, vanes), die dafür sorgen, dass am Ende des Pfeils ein Luftwiderstand entsteht, der den Pfeil leitet.

Ein Pfeil besitzt deshalb einen Massenmittelpunkt (centre of mass) und einen Art "Leitmittelpunkt" (centre of drag) :



Der Leitmittelpunkt MUSS hinter dem Massenmittelpunkt liegen. Und je weiter hinten er liegt, desto besser, sonst würde der Pfeil nie stabil fliegen können. Würde sich der Leitmittelpunkt sogar vor dem Massenmittelpunkt befinden, hätte der Pfeil die Tendenz, sich im Flug umzuwenden und "rückwärts" weiter zu fliegen!

Grosse Befiederung und schwere Spitzen vergrößern den Abstand zwischen diesen beiden Schwerpunkten und verbessern die Flugeigenschaften eines Pfeils erheblich, doch der Preis dafür ist eine schlechtere Wurflistung (Pfeilgeschwindigkeit!). Man muss also wieder Kompromisse schließen. Ein leichter Schaft erhöht ebenfalls den Abstand zwischen diesen Schwerpunkten. Turnierschützen benutzen oft unterschiedliche Pfeile für Halle und draußen.

Auf den Hallen-Distanzen von 18-25 Metern, bei denen es um jeden Ring geht, benutzen sie häufig dicke Aluminium-Schäfte mit großer Befiederung. Bei solchen Pfeilen beruhigen sich deren Eigenschwingungen nach dem Abschuss schneller und sie gruppieren daher besser.

Freien, auf die langen Distanzen (30-90 m), ist Pfeilgeschwindigkeit von größter Bedeutung: Hier kommen die Alu-Carbon-Schäfte mit kleiner Befiederung zum Einsatz. Sie sind schneller, weil leichter und windschlüpfriger, weil dünner.

Unbefiederte Pfeile sind nützlich fürs Bogen-Tuning, da ihnen die "glättende" Wirkung der Befiederung fehlt: Sie zeigen deshalb deutlicher an, wenn etwas nicht stimmt. Anders gesagt, wenn ein Bogen so eingestellt ist, dass er die unbefiederten Pfeile gut gruppiert, dann fliegen die Befiederten um so besser! Ein gut eingestellter - und gut geschossener - Bogen sollte auf 50 Metern in der Lage sein, befiederte und unbefiederte Pfeile in dieselbe Gruppe zu schießen. (Ich betone: "gut geschossen", denn unbefiederte Pfeile reagieren besonders kritisch auf eventuelle Schiessfehler!)

Der biegsame Pfeil

Nehmen wir einen Bogen, der bei unserer Auszugslänge (= Pfeilaufgabe bis Nockboden) von 28 Zoll auf 40 lbs kommt. Er besitzt eine Standhöhe von 9 Zoll und wir verschießen mit ihm Pfeile von 29 Zoll Gesamtlänge.

Die anfängliche Kraft, die auf den Pfeil wirkt, sind diese 40 lbs, doch wenn die Sehne und der Pfeil nach vorne gehen, nimmt die Krafteinwirkung auf den Pfeil ab, bis, nach einem Beschleunigungsweg von 19 Zoll, der Pfeil Sehne und Bogen verlässt (28 Zoll $\hat{=}$ 9 Zoll = 19 Zoll).

Während des Schusses wird der Pfeil von der Spannung des Bogens, die auf die Nocke wirkt (applied force), nach vorne geschoben. Die größte Masse (mass) steckt in der Spitze des Pfeils, die mit der Nocke durch den biegsamen Schaft verbunden ist. Die schwere Masse vorne ist aber träge, das heißt, sie möchte gerne da bleiben, wo sie ist. Sie beschleunigt daher etwas langsamer, als das Nockende.

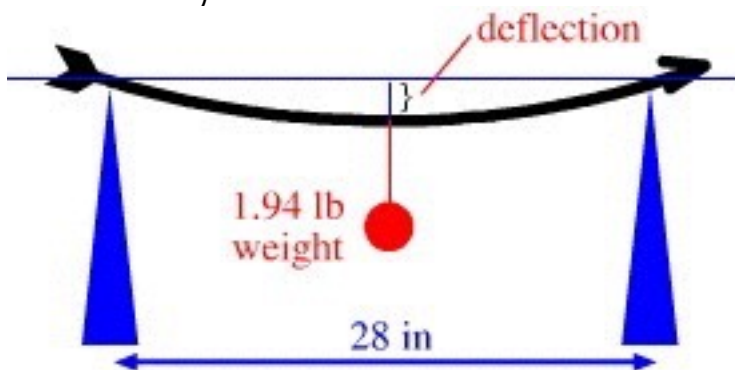
Das Resultat ist die dynamische Biegung des Pfeils:



Wir benutzen den Ausdruck "dynamische Biegung" oder "[dynamischer Spine](#)" denn der Grad dieser Biegung wäre nur schwer und wenn überhaupt, dann nur mit einer Hochgeschwindigkeitskamera zu bestimmen.

Den statischen Spine können wir messen, indem wir einen Pfeil auf zwei Lagerpunkte legen, und in die Schaftmitte ein Gewicht hängen: Je weicher der Pfeil, desto mehr biegt er sich. Wir messen also die Verbiegung unter statischer Last.

[Die Pfeilauswahl-Tabelle der Firma Easton](#) geht aus von einer 28 Zoll-Spanne und einem Gewicht von 1.94 lbs (= 880 Gramm). Die Verbiegung wird in Zoll gemessen. (Ein 29 Zoll Blankschaft, ohne Spitze oder Nocke wird dazu verwendet.)



Den so ermittelten Grad der statischen Pfeilbiegung (deflection) nennen wir "Spine".

Er gibt uns jedoch nur einen ungefähren Anhaltspunkt für die dynamische Biegung beim Abschuss (= steifere Pfeile biegen sich halt weniger). Das dynamische Verhalten des Pfeils hängt noch ab vom verwendeten

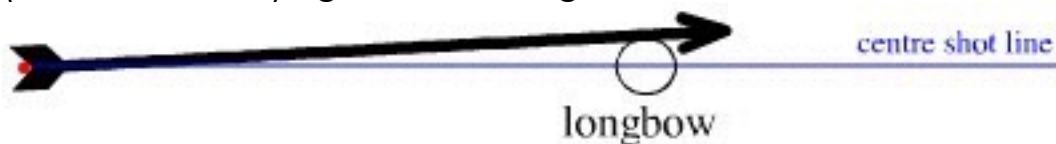
Spitzengewicht, von der tatsächliche Länge des Schaftes, und von Grösse und Gewicht von Nocke und Befiederung und natürlich von der Wurfleistung des Bogens, der den Pfeil schiessen soll.

Bemerkung: Das Verhalten des Pfeils auf einem Compoundbogen ist GANZ ANDERS: Bei ihm ist anfangs die Kräfteinwirkung auf den Pfeil noch nicht so gross, steigt aber während des Schussverlaufs rapide an. Deswegen ist die Stauch- und Biegewirkung auf den Pfeil nicht so hoch und man kann relativ weiche Pfeile verwenden. Aus diesen und verschiedenen anderen Gründen ist der Compound-Bogen weitaus effizienter und sorgt für eine höhere Pfeilgeschwindigkeit. Das hier Beschriebene gilt deswegen nur für den Recurvebogen!

Vereinfachte Pfeildynamik: Das "Eine-Biegung" - Bogenschützen-Paradox

Der Begriff *Bogenschützen-Paradox* wurde Mitte der 1930er Jahre von Dr. Robert P. Elmer geprägt, um zu "erklären", warum ein Pfeil das Ziel trifft, obwohl er anfangs (bei Rechtshand-Schützen) nach links aus dem Bogen zeigt.

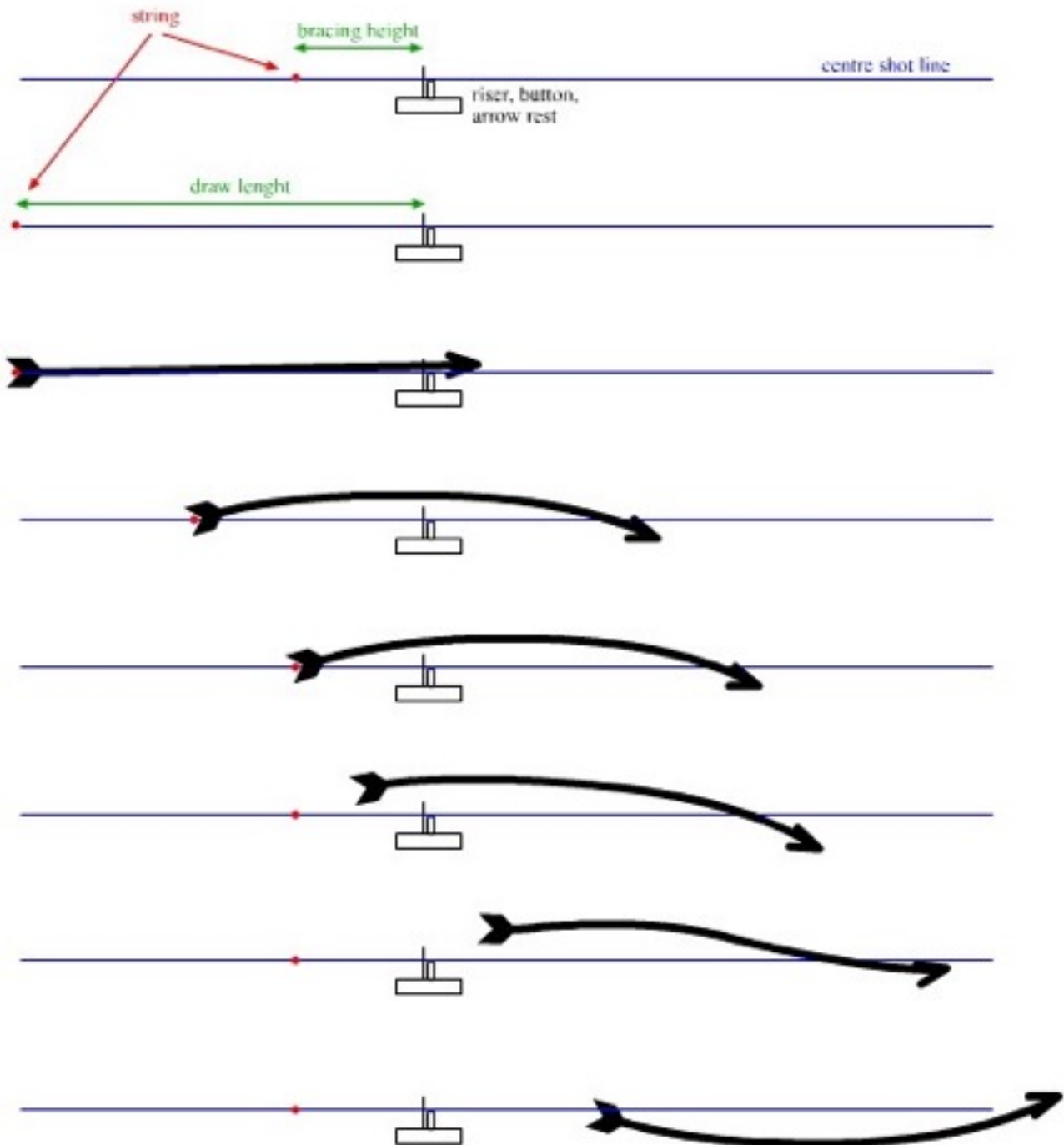
Man kann es am besten bei den traditionellen Langbögen beobachten: Diese verfügen über keinen Ausschnitt für die Pfeilaufgabe im Bogengriff. Wenn man einen solchen Bogen schießt, muss also der Pfeil (bei Rechtshand!) deutlich nach links zeigen, dennoch wird ein gut abgestimmter und gut geschossener Pfeil - bezogen auf die Mittelachse des Bogens (center shot line) - geradeaus fliegen.



Das folgende Diagramm zeigt die vereinfachende - "Eine-Biegung"-Erklärung des Bogenschützen-Paradox, die ich Anfängern gebe.

Ich sage: "Die Sehne schiebt den sich dadurch verbiegenden Pfeil um den Bogen herum.":

In der folgenden Grafik sind Pfeil, Sehne und Bogen von oben betrachtet.



Das Wichtige ist, dass der Pfeil den richtigen Spine haben muss: nur dann kann er sich dynamisch um den Bogen herumwinden, nur so verlässt seine Befiederung den Bogen ohne Berührung und der Pfeil fliegt sauber ins Ziel. Wenn jedoch ein Pfeil mit unpassendem Spine geschossen wird, berühren Befiederung, Nocke oder Schaftende den Bogengriff oder die Pfeilaufgabe. Tatsächlich sind Federn, die ständig beschädigt sind, ein sicheres Zeichen für

Kontakt zwischen Bogen und Pfeilende, also dafür, das der Pfeil den Bogen nicht sauber verlassen konnte.

Aus diesem Grunde sollte der Bogen zum Schützen passen. Und die Pfeile sollten zum Bogen und zum Schützen passen.

Wie der Pfeil wirklich fliegt !

Auf der [Web-Seite von Werner Beiter](#) gibt es einige zwar kurze, aber exzellente Hochgeschwindigkeitsfilme, die den Pfeilflug zeigen. Diese Filme geben uns einen noch besseren Einblick in die Physik des Bogenschiessen, als die obige Skizze.

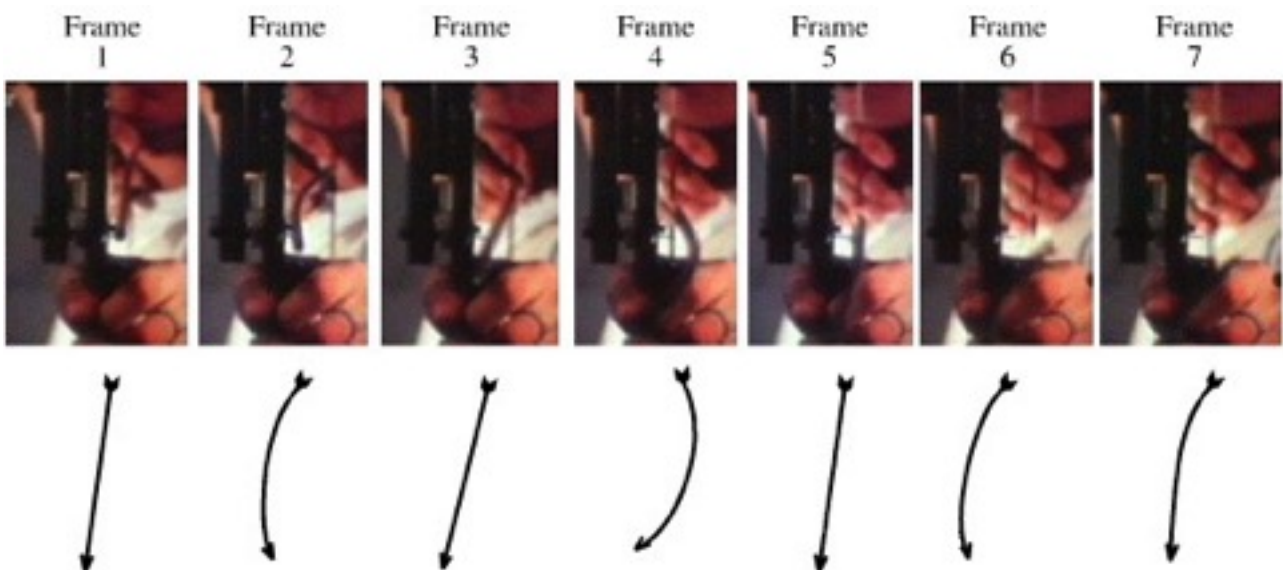
Diese Analyse und Besprechung bezieht sich auf das [Video Nr. 3 auf der Beiter-Seite](#).

Schau Dir dieses [Video sehr genau an!](#)

Schau es Dir mehrmals an und gehe es schrittweise durch, indem Du das Video in den einzelnen Phasen stoppst.

Der Pfeilflug ist hochkomplex und man sollte dabei verschiedene Dinge gleichzeitig im Auge behalten: die Nocke, die Spitze, die Biegung des Pfeil, wie weit der Abschuss vorangeschritten ist, wo sich die Sehne seitlich befindet, wo genau das Nockende die Sehne verlässt und wo das Pfeilende ist, wenn es die Pfeilaufgabe im Bogenfenster passiert.

Dazu diese sieben Ausschnitte des Videos:



Ausgehend von einer Auszuglänge von 28 Zoll und einer Standhöhe von 9 Zoll, lese ich diese Bilder etwa so:

0 cm: Der Moment des Lösens.msthememsthemelist

7 cm: Die Finger lenken die Sehne nach aussen, der Pfeil biegt sich nach innen.

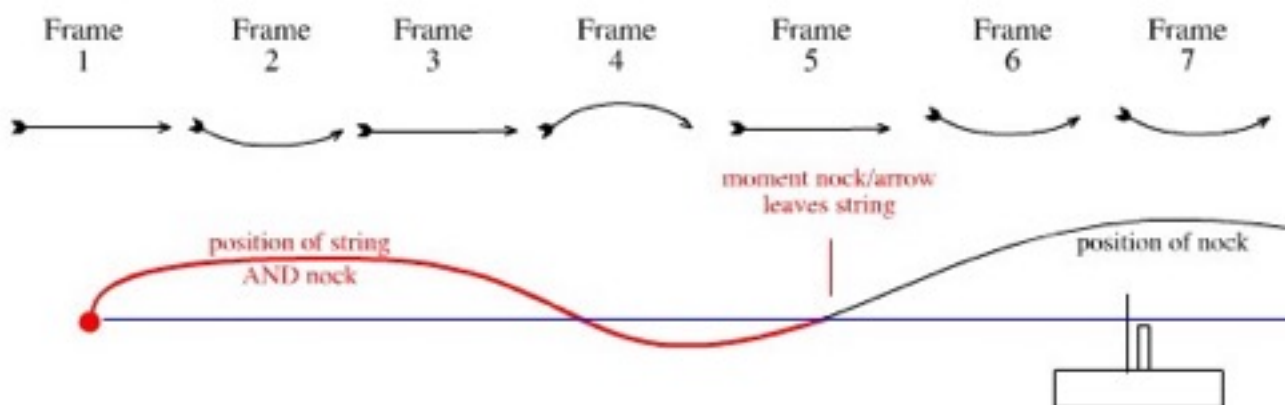
17 cm: Der Pfeil streckt sich wieder. Die Sehne ist immer noch aussen.

30 cm: Der Pfeil biegt sich nach aussen. Die Sehne ist innen.

48 cm: Jetzt verlässt der Pfeil die Sehne. Der Pfeil ist gestreckt, die Sehne in der Mitte.

65 cm: Das Nockende "schlägt aus" und geht in weitem Bogen an der Auflage vorbei.

80 cm: Der Pfeil hat den Bogen verlassen, schwingt aber noch nach aussen und innen.



Pfeil-Auswahl

Zuerst entscheide Dich für den Hersteller und für die Pfeilart und -stärke: Beman, Easton, XX75, X7, ACE, etc.

Der Preis wird Deine Wahl wahrscheinlich sehr beeinflussen. Mein Rat: Wenn Du bei 12 Schüssen einmal die Scheibe verfehlst, kaufe Dir die billigsten Pfeile. Wenn Du auf einer grossen FITA-Runde über 1100 Ringe erreichst, wirst Du Dich für die besten, schnellsten und leichtesten Pfeile entscheiden wollen. Liegst Du aber dazwischen, nimm Dir auch Pfeile aus dem Mittelfeld aus.

Benutze eine Pfeilauswahl-Tabelle oder -Software, um den korrekten Spine (Steifheit) zu ermitteln. Von Easton gibt es eine gute [Software für Windows](#), mit der man aus deren Produkten den passenden Pfeil ermitteln kann, aber achte darauf, dass das Programm auf die genauen Daten Deines Bogens eingestellt ist!

Lasse Dich beraten!

Denke lange und gut nach und wähle erst dann! Du musst Vertrauen zu Deiner Auswahl haben! Wie in jedem Sport, hängt auch beim Bogenschiessen vieles vom Vertrauen ab. Du musst Dir sicher sein, die richtigen Pfeile zu haben.

Wenn Du es ernst meinst, kaufe gleich ein ganzes Dutzend (12) oder mehr der selben Sorte, fange nicht mit nur 8 Pfeilen an; das ist Spielerei! Schneide alle Pfeile auf Deine Länge herunter und befiedere 10. Wenn Du noch

unsicher über Deine genaue Auszugslänge bist, lasse sie erst etwas länger!
Kürzen kannst Du immer noch!
Stelle den Klicker für die geschnittene Länge ein.

Warnung! Es passiert auch erfahrenen Schützen sehr leicht, dass sie mit der falschen Klickerposition und/oder Pfeillänge schießen! Deswegen solltest Du etwas mehr Zeit für die Klicker-Einstellung aufwenden, bevor Du sehr viel mehr wertvolle Zeit mit "Tuning" vergeudest!

Gerade weil der Klicker so leicht zu verstellen ist, sollte man NICHT damit experimentieren!

Im Gegenteil: Entscheide Dich für eine Pfeillänge und die dazu passende Klickerposition und bleibe dabei!

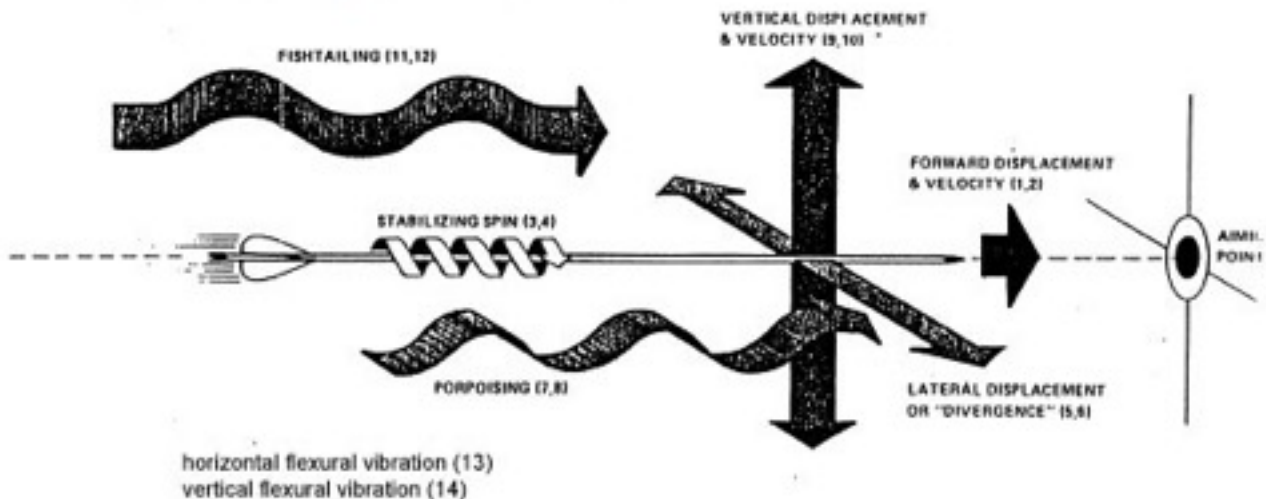
Wenn Du den Klicker um mehr als 4 Millimeter veränderst, wird es nötig sein, das Tuning neu in Angriff zu nehmen; ebenso, wenn Du die Pfeile kürzt!

Jedenfalls ist es gut, gelegentlich den Klicker *völlig zu verstellen*, um ihn wieder neu zu justieren und an seine/*Deine* natürliche Position zu bringen.

Bogen-Tuning

Es gibt mindestens 14 Formen von Schwingungen oder Bewegungen, die im Pfeilflug auftreten (Vielen Dank für das Diagramm an Martin Speakman, Trainer des englischen Nationalteams):

14 Components or Degrees of Freedom of Arrow Motion



Der Pfeilflug ist sehr *komplex*, "komplex" meine ich in des Begriffes technischer Bedeutung. Es gibt eine Web-Seite über die Komplexitätstheorie - mit viele hübschen Bildern - geschrieben von Meta [hier](#). Diese Seite nennt sich [Chemistry & Complexity](#), (- und ist auf Englisch, Anm. d. Übersetzers). Dessen erster Teil ist eine generelle Einführung zu Komplexitätstheorie und Systematisches Denken, die auch für Bogenschützen interessant sein könnte.

Beim Tuning geht es darum, den Pfeil dazu zu bringen, so sauber, wie möglich ins Ziel zu fliegen.

Der Pfeil sollte im Flug nicht auf und ab (porpoising) und nicht nach links und rechts wabbeln (fishtailing).

Der Pfeil sollte gerade aus dem Bogen zum Ziel fliegen. Das heißt, er sollte ohne seitliche Verstellung des Visiers, sowohl auf 18 m in der Halle, als auch (bei Windstille) draußen auf 70 oder 90 Meter die Mitte der Scheibe treffen.

Die Befiederung soll die Pfeilaufgabe ohne Berührung verlassen können. Beschädigte Federn sind ein klares Zeichen, dass der Pfeil nicht frei aus dem Bogen heraus kommt.

Der Bogen soll so ruhig, wie möglich sein. Ein ruhiger Bogen ist ein getuneter Bogen und er überträgt ein Maximum seiner Energie auf den Pfeil. Ein lauter Bogen dagegen verschwendet Energie!

Bogentuning hängt eng damit zusammen, wie der Schütze schießt. Gute Schützen besitzen eine starke und konstante Schiesstechnik und profitieren von gutem Tuning.

Anfänger lösen die Sehne meist sehr ungleichmäßig. Das Vorwärts-Lösen oder das Lösen ohne Rückenspannung - ein verbreitetes Problem - lässt den Pfeil als zu steif für den Bogen erscheinen und deswegen fliegt er dann auch schlecht.

Bei schlechter Schiesstechnik ist es unmöglich, mittels Tuning seine Leistungen zu verbessern, aber es ist möglich, eine gute Technik durch gutes Tuning zu unterstützen!

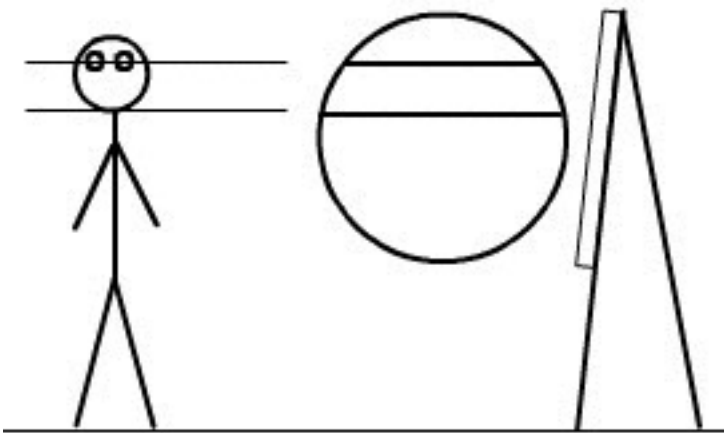
Grob-Tuning 1: Nock-Punkt

An einem gut entworfenen und gut gebauten Bogen ist der obere Wurfarm etwas stärker, als der untere. Beim Schuss wird dadurch der Pfeil etwas angehoben, was ihm ermöglicht, von der Pfeilauflage weg und frei zu kommen. Deshalb ist es nötig, den Nock-Punkt auf der Sehne ein paar Millimeter höher, als die Pfeilauflage zu setzen: Damit die Freiheit des Pfeils gewährleistet ist und mit dem Pfeilflug übereinstimmt.

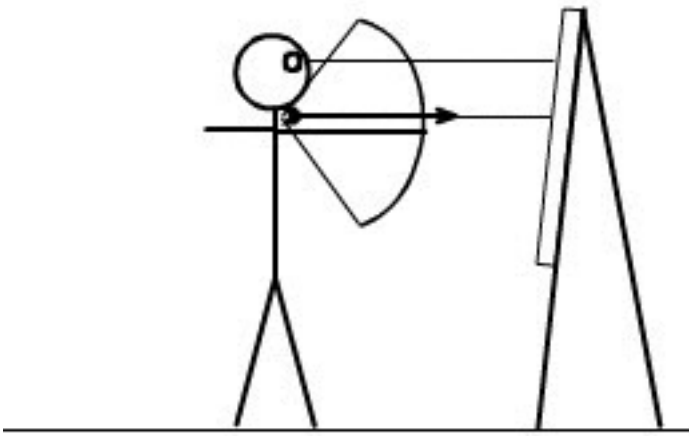
Die Höhe des Nock-Punktes wird weitgehend durch die grundlegende Technik bestimmt, z.B. mit wie vielen Fingern man schießt. Wenn sie einmal eingestellt ist, braucht sie kaum noch eine Änderung.

Um die Nock-Punkthöhe zu bestimmen, schlage ich die "Zurückgeh"-Methode vor.

Nimm eine alten weiche (!) Scheibe ohne Auflage. Schaum-Scheiben sind am besten. Klebe zwei Streifen Klebeband horizontal auf die Scheibe. Eine in Augenhöhe und eine auf Kinn oder Pfeilhöhe. Die Idee ist, auf die obere "Augenlinie" zu zielen, damit der Pfeil die untere Linie trifft. Das soll heißen, der Pfeil verlässt den Bogen exakt horizontal. (Während man jetzt zurück geht, "fällt" der Pfeil und trifft dann nicht mehr die Linie, bleibt aber auf dem Scheibe. Was uns aber nur interessiert, ist die Stellung des Nock-Endes der einzelnen Pfeile!)

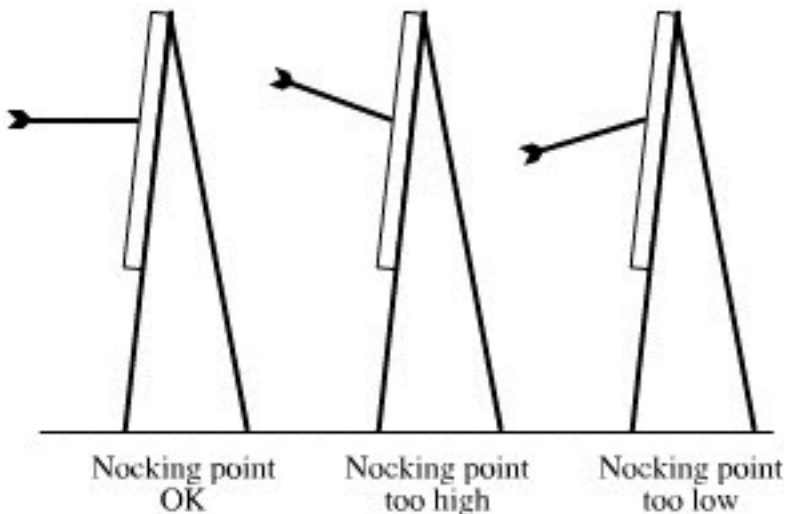


Stelle Dich lächerlich dicht vor die Scheibe: ein 30 Zoll Stabi sollte die Scheibe fast berühren. Justiere das Visier, bis der Pfeil die untere Linie trifft, während Du auf die obere Linie zielst. Lasse einen Freund darauf achten, ob der Pfeil im Moment des Lösens wirklich exakt waagerecht ist.



Schieße einen Pfeil, gehe einen Schritt zurück, schieße wieder einen Pfeil und so weiter, bis Du etwa 15 Schritte zurück gemacht hast. Ziele dabei von links nach rechts die Linie entlang, so dass Du die Pfeile auseinander halten kannst.

Es gibt eine kritische Distanz so etwa zwischen 5 und 8 Metern! Wenn dort der Pfeil mit dem Ende nach oben zeigt, muss der Nockpunkt tiefer gesetzt werden. wenn das Pfeilende nach unten hängt, muss der Nockpunkt höher gesetzt werden.



Wenn Du jetzt mit dem Nockpunkt zufrieden bist, Wiederhole das Ganze mit Blankpfeilen, denn diese reagieren viel kritischer, als Befiederte. So ist es gut möglich, dass Du erreichst, dass alle Blankschäfte während des Zurückgehens horizontal auftreffen!

Teste mit Blankschäften, denn diese überbetonen einen falsch gesetzten Nock-Punkt!

Setze den Nock-Punkt dann auf der Sehne fest.

Grob-Tuning 2: Center-Schuss

"Center-Schuss" bedeutet, dass der Pfeil auf derselben Linie fliegt, die durch die Mitte des Bogens ins Ziel läuft. Wenn also der Center-Schuss richtig gewählt wurde, wird der Pfeil "entlang der Bogenlinie" fliegen. Der Vorteil des korrekten Center-Schusses ist, dass man beim Wechsel der Distanzen keine seitlichen Änderungen am Visier vornehmen muss, egal ob auf 15 oder 90 Meter: Der Pfeil fliegt gerade!

Um den Center-Schuss zu prüfen, brauchst Du die Hilfe eines Vereinskameraden:

Gehe dafür auf 30 oder 70 Meter - es sollte absolute Windstille herrschen!

Schiesse ein paar Dutzend Pfeile zum Aufwärmen. Kürze diese Prozedur nicht ab. Schiesse wie immer und justiere das Visier, bis die Pfeile alle in der Mitte gruppieren.

Der Freund soll nun prüfen, ob im Moment des Abschusses die Sehne durch die Mitte des Bogens UND die Mitte des Ziels läuft. UND er soll dabei prüfen, ob der Pfeil entlang dieser Linie ins Ziel fliegt. Er steht dazu am besten hinter Dir auf einem Stuhl.



guter Center- Schuss



schlechter Center- Schuss, Bogen zeigt nach rechts



schlechter Center- Schuss, der Bogen zeigt nach links

Es ist viel leichter zu erkennen, wenn der Center-Schuss falsch ist, denn wenn er korrekt ist, versperrt der Kopf des Schützen und der Bogen den Blick aufs Ziel. Aus diesem Grund sollte der Prüfer etwas höher, als der Schütze stehen. Die hier gezeigten Photos sind gestellt, denn der Schütze hält den Bogen bewusst neben das Ziel, aber genau so sieht es aus, wenn der Bogen aus dem Center steht. Geh mal entlang der Schiesslinie Deines Vereins und achte auf gute und schlechte Einstellungen des Center-Schusses! Den Center-Schuss stellst Du über die Verschiebung und/oder Federspannung des Buttons ein.

Für R/H: Wenn die Zentrumslinie des Bogens nach rechts weist, drehe den Button nach links und/oder mache die Feder härter.

Wenn die Zentrumslinie des Bogens nach links weist, drehe den Button nach rechts und/oder mache die Feder weicher oder mach ein wenig von beidem.

Für L/H: Wenn die Zentrumslinie des Bogens nach links weist, drehe den Button nach rechts und/oder mache die Feder härter.

Wenn die Zentrumslinie des Bogens nach rechts weist, drehe den Button nach links und/oder mache die Feder weicher oder auch etwas von beidem.

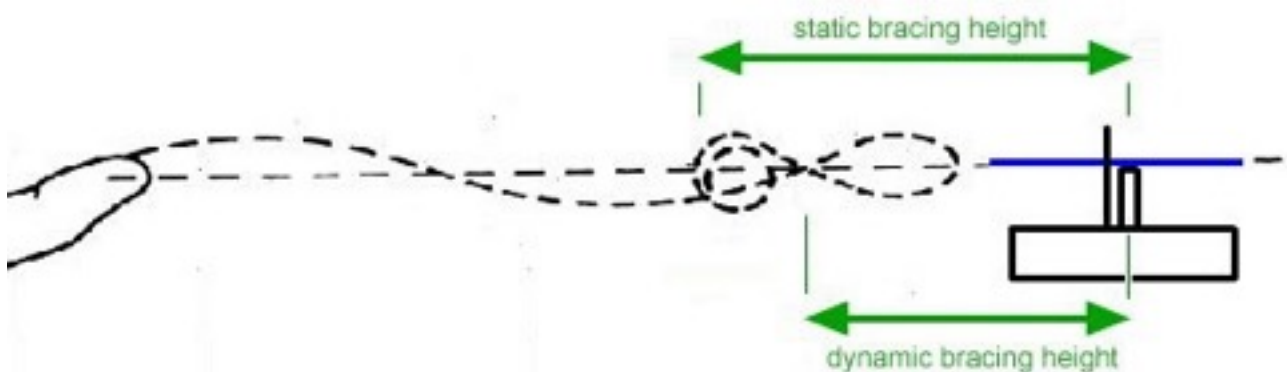
Zu diesem Zeitpunkt eine gute Frage: "Ist es besser, die Position des Buttons zu verändern oder dessen Feder zu verstellen?"

Das wäre schon *Fein-Tuning* . Stelle erst und hauptsächlich den Center-Schuss richtig ein!

Jetzt wiederhole die "Zurückgeh"-Prozedur. Prüfe, ob der Nock-Punkt noch immer korrekt ist und ob die Pfeile die Scheibe gerade oder mit dem Nockende nach links oder nach rechts treffen. Wegen der Pfeil-Physik ist es jedenfalls fast unmöglich, alle Pfeile dazu zu bewegen, gerade aufzutreffen. Noch mal: Es gibt eine kritische Distanz zwischen 5 und 8 Metern. Wiederhole alles mit befiederten und mit Blankschäften.

Fein Tuning 1: Die Standhöhe

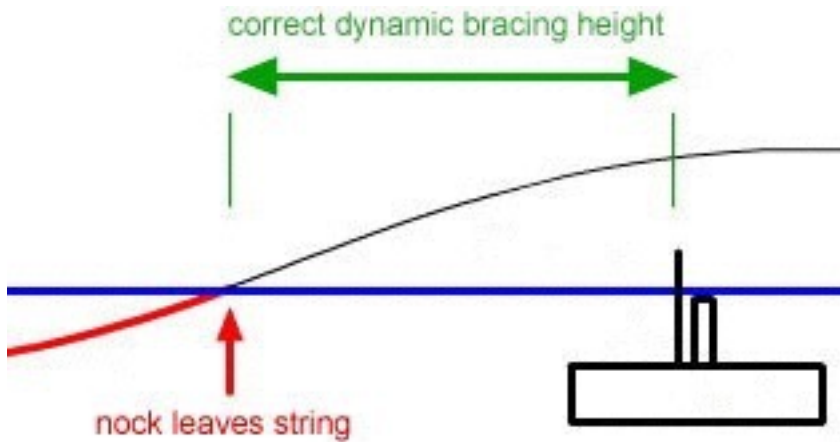
Ein Bogen besitzt eine statische Standhöhe, das ist der messbare Abstand zwischen der Sehne und der tiefsten Stelle im Handgriff - und eine "dynamische Standhöhe", das ist der Abstand zwischen Sehne und der tiefsten Stelle im Handgriff genau in dem Moment, in dem die Pfeilnocke die Sehne verlässt, wobei jedoch die Bewegung der Sehne ziemlich komplex ist:



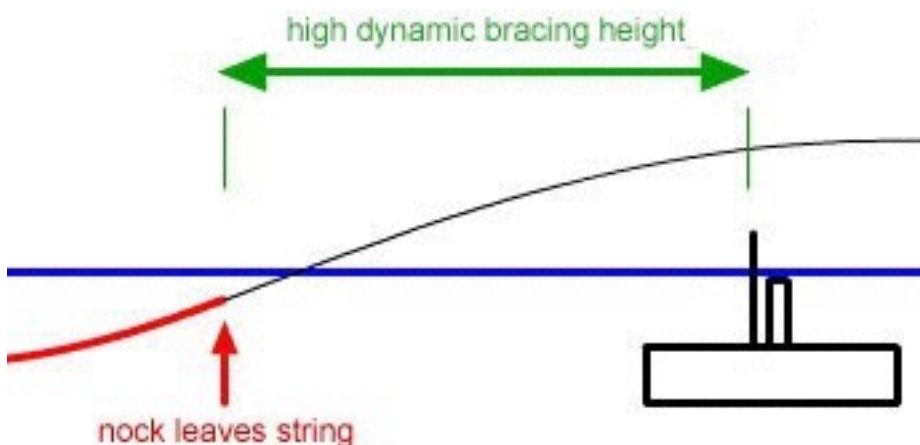
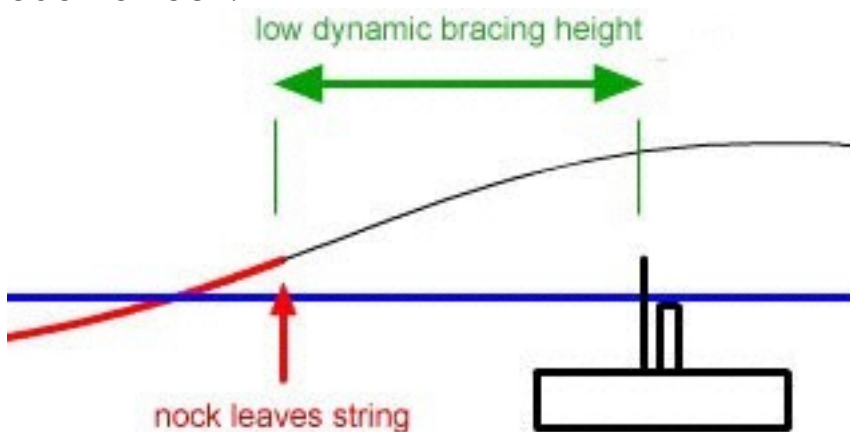
Die dynamische Standhöhe könnte nur mit einer Hochgeschwindigkeitskamera gemessen werden.

Die statische Standhöhe steht nur stellvertretend für die dynamische Standhöhe, ähnlich wie der statische Spine-Wert des Pfeils stellvertretend für dessen dynamischen Biegegrad steht.

Jetzt sollten sich der Pfeil und die Pfeilnocke gemeinsam mit der Sehne, genau in dem Moment, wenn die Nocke sich von der Sehne löst, auf der Linie des Center-Schusses befinden:



Wenn jedoch die Nocke in einem der unten dargestellten Momente die Sehne verlässt, dann ist die dynamische Standhöhe entweder zu niedrig oder zu hoch:



Die Sehne wird dem Nock-Ende des Pfeils einige ungewollte Bewegungen hinzufügen und der Pfeil wird sehr schlecht fliegen.

Darum fliegt ein schlecht geschossener Pfeil so schlecht: Das "Nachvorne-Lösen" bedeutet z.B., der Pfeil ist nun viel zu steif und wird die Sehne auch im falschen Moment verlassen.

Moderne Recurvebogen haben einen Standhöhen-Bereich von etwa 8 - 9 1/2 Zoll oder ähnlich; das hängt von Bogenlänge und Hersteller ab.

Sieh im Handbuch Deines Bogens unter oder "Bracing Height" nach, wenn Du Dir nicht sicher bist.

Schiesse ein paar Dutzend Pfeile zum Aufwärmen.

Drehe die Sehne so weit ein, dass Du die maximale Standhöhe Deines Bogens erreichst und gib noch 1/4 Zoll zu!

Wachse die Sehne sorgfältig. Gib der Sehne ein gutes hartes Wachs und reibe sie dann mit einem Tuch sehr sehr kräftig, bis sie heiß wird und das Wachs hinein schmilzt.

Schiesse drei Pfeile. *Prüfe den Klang des Bogens.* Miss die Standhöhe!

Entspanne den Bogen, nimm 6 Windungen aus der Sehne, spanne den Bogen auf und schieße drei Pfeile. *Prüfe den Klang des Bogens.* Miss die Standhöhe!

Entspanne den Bogen, nimm 6 Windungen aus der Sehne, spanne den Bogen auf und schieße drei Pfeile. *Prüfe den Klang des Bogens.* Miss die Standhöhe!

Mache das so bis Du 1/4 Zoll unterhalb der empfohlenenen Spannhöhe liegst und schiesse 3 Pfeile. *Prüfe den Klang des Bogens..* Miss die Standhöhe!

Bei einigen Standhöhen wird der Bogen ziemlich laut knallen, aber es sollte einen Wert geben, bei dem der Bogen ein sattes "Boing"-Geräusch von sich gibt. Das ist Deine Standhöhe.

Entspanne den Bogen und drehe die Sehne auf das Maß zurück, bei dem er das satte *Boing-Geräusch* zu hören war. **Wachse die Sehne erneut**, und schiesse drei Pfeile. *Prüfe den Klang des Bogens..* Miss die Standhöhe!

Jetzt durchlaufe die gleiche Prozedur nochmal etwas oberhalb und unterhalb Deiner Spannhöhe, prüfe den Klang und fühle den Bogen.

Fahre damit fort... für den Rest Deines Lebens als Bogenschütze.

Jedenfalls wird eine grosse Spannhöhe fast immer leiser sein, als eine niedrigere, doch der Bogen wird dann nicht so schnell werfen. Man muss die richtige Balance finden. Die korrekte Spannhöhe verleiht ein *gutes* Gefühl. Der Bogen singt und es macht Spass, damit zu schiessen.

Fein-Tuning 2: The Button

Der Button hat zwei Variablen:

Position

Federstärke

Schauen wir noch mal auf das Bild Nr.2 der Schuss-Sequenz:



In diesem Augenblick *drückt sich der Pfeil deutlich gegen den Button.*

Die Idee des Buttons ist es, dass er etwas des seitlichen Drucks schluckt, damit der Pfeil ein wenig weicher erscheint, um besser vom Bogen frei zu kommen.

Daher kann die Feder auch dazu benutzt werden, einen etwas zu steifen Pfeil "hinein" zu tunen.

Man muss das jedenfalls gut ausbalancieren, denn wenn die Feder weicher gestellt wird, ändert sich auch wieder der Center-Schuss.

Überprüfe alles mit unbefiederten Pfeilen. Diese heben einen falschen Center-Schuss und eine schlechte Button-Einstellung noch hervor!

Hyper-Fein-Tuning

Du schießt gut und erreichst gute Ringzahlen. Aber plötzlich entdeckst Du, dass eine Deiner Befiederung Schleifspuren aufweist und hast das Gefühl, dass mehr drin wäre...

Wenn Du genauer hinsiehst, wirst Du entdecken, dass die gleichen Federn der anderen Pfeile identische Spuren besitzen.

Deine Pfeile verlassen den Bogengriff und/oder die Pfeilauflage also nicht sauber genug und Dein Bogen und Deine Pfeile brauchen Fein-Tuning.

Falls Du eine dieser neuen, sehr leichtgewichtigen Magnet-Pfeilauflagen verwendest, schlagen die Pfeile wahrscheinlich an der Auflage an, ohne dass Du es bemerkst. Bemale deshalb die Auflage komplett mit Lippenstift, schieße ein paar Pfeile und schaue nach, ob sich Lippenstift an Schaft, Befiederung oder sogar Nocken befindet.

Wenn ja, gibt es verschiedene Dinge die Du ändern könntest:

Pfeillänge

Bei gleichem Spine-Wert ist ein kürzerer Pfeil härter, als ein langer Pfeil. Kürzen macht den Pfeil härter.

Spitzen-Gewicht

Eine schwere Spitze ist träger und biegt den Pfeil mehr, als eine leichte. Sie macht ihn also weicher. Verwendest Du dagegen eine leichtere Spitze, wird der Pfeil effektiv härter.

Variabler Tiller

Bei den meisten modernen Bogen ist das Zuggewicht einstellbar, z.B. innerhalb eines Bereichs von 40# bis 44#. Ein höheres Zuggewicht erfordert auch einen härteren Pfeil. Daher könnte man, falls der Pfeil zu steif ist, das Zuggewicht hochschrauben, um ihn passend zu machen. *Das jedoch ist der falsche Weg!*. Die Zuggewicht des Bogens sollte zum Schützen passen und die Pfeile sollten so gewählt und gebaut werden, dass sie zu Schütze und Bogen passen.

Abweichender Variabler Tiller

Der variable Tiller wird hauptsächlich genutzt, das Zuggewicht beider Wurfarme aufeinander abzustimmen, indem die Spansschrauben beider Wurfarme unterschiedlich eingestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass sich dadurch der Nockpunkt erheblich verschieben kann, was andererseits dazu dienen kann, den Nockpunkt etwas zu verändern! Tatsächlich sollte man immer den Nockpunkt prüfen, wenn man das Zuggewicht mittels Tillerschrauben verändert hat!

Befiederung (Fletchen, Vanes)

Ein Pfeil sollte sich während des Fluges wie eine Gewehrkuugel um seine Längsachse drehen. Das lässt sich durch Naturfedern erreichen, die man

etwas spiralg auf den Schaft klebt oder durch die Verwendung künstlicher Befiederung, wie z.B. Spin-Wings oder QuikSpin Vanes.

Nocken

Von der [Quicks](#) -Web-Seite: "Andere Nocken oder Federn am Ende des Pfeils können einen gegenteiligen Effekt haben, als andere Spitzen: Beiter-Nocken sind schwerer als ACE-Nocken und machen deswegen den Pfeil *steifer* verglichen mit ACE-Nocken. Warum sagen wir das? 1999 brachte Easton für ACE-Pfeile eine Pin-Nocke auf den Markt, die diesen Pfeilen eine größere Präzision verleihen und deren Enden besser schützen sollen. Sie sollten wissen, dass das Wechseln zu einem neuen Nock-System die Steifheit Ihrer ACE-Pfeile beeinflussen kann!"

Ja!... Es gibt sehr viele Variablen, die man ändern könnte... doch am leichtesten ist immer noch die Änderung des Spitzengewichtes.

Wenn man die Spitzen zum Abbrechen benutzt (z.B. für ACEs), ist es möglich, Gewicht von 60 bis 120 Grain in 10 Grain-Stufen zu erhalten.

Kaufe Dir drei 80/90/100 und drei 100/110/120 Grain-Spitzen. Klebe diese in sechs Pfeile und markiere diese mit ihrem Spitzengewicht.

Bemale deine Pfeilauflage mit Lippenstift und schieße diese sechs Pfeile.

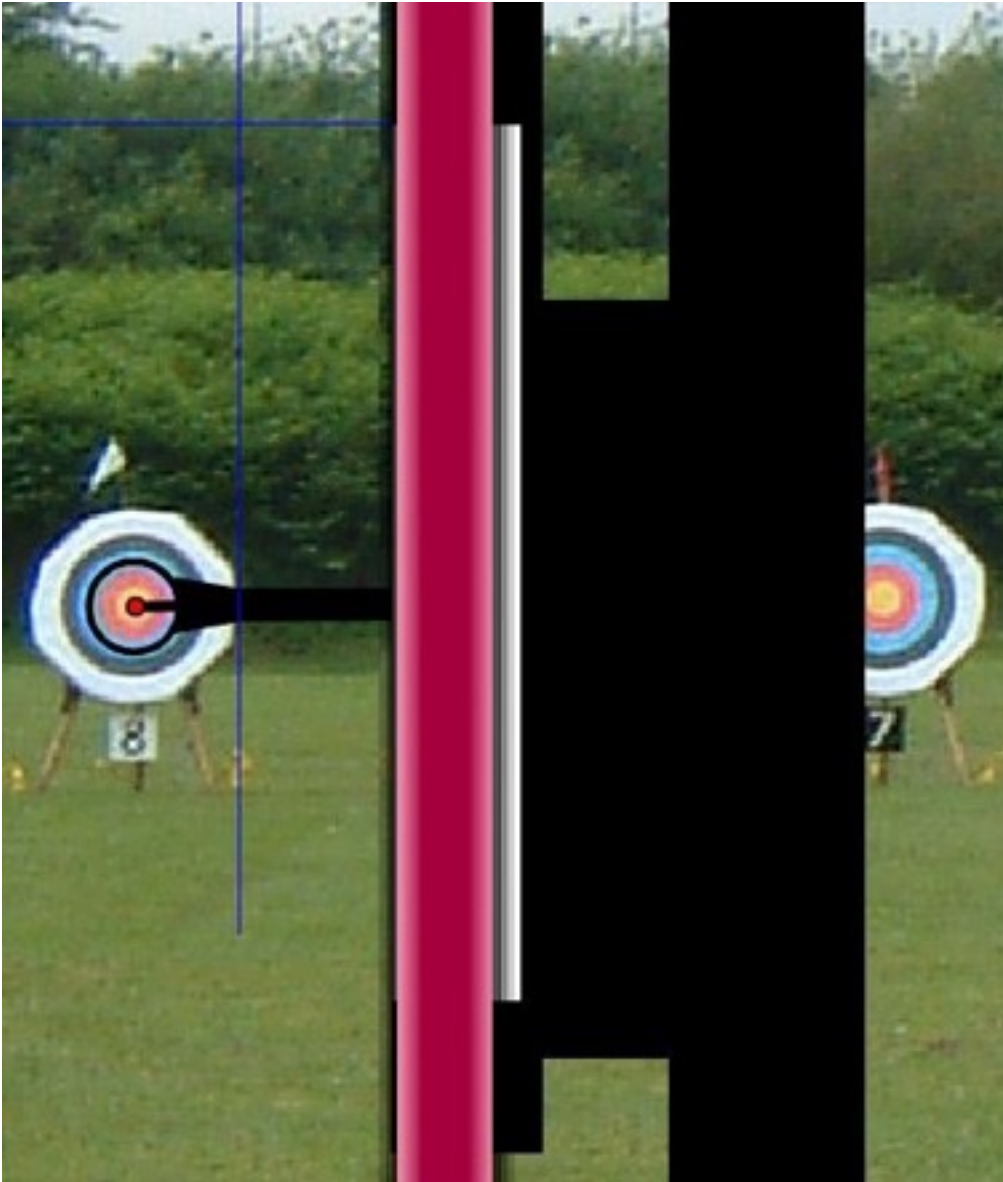
Schiesse noch mal und suche nach Lippenstiftspuren an Befiederung, Schaft und Nocken.

Wenn du das Spitzengewicht änderst, ist es offensichtlich nötig, folgende Dinge neu zu prüfen und zu tunen: Center-Schuss, Standhöhe und die Button-Einstellungen...

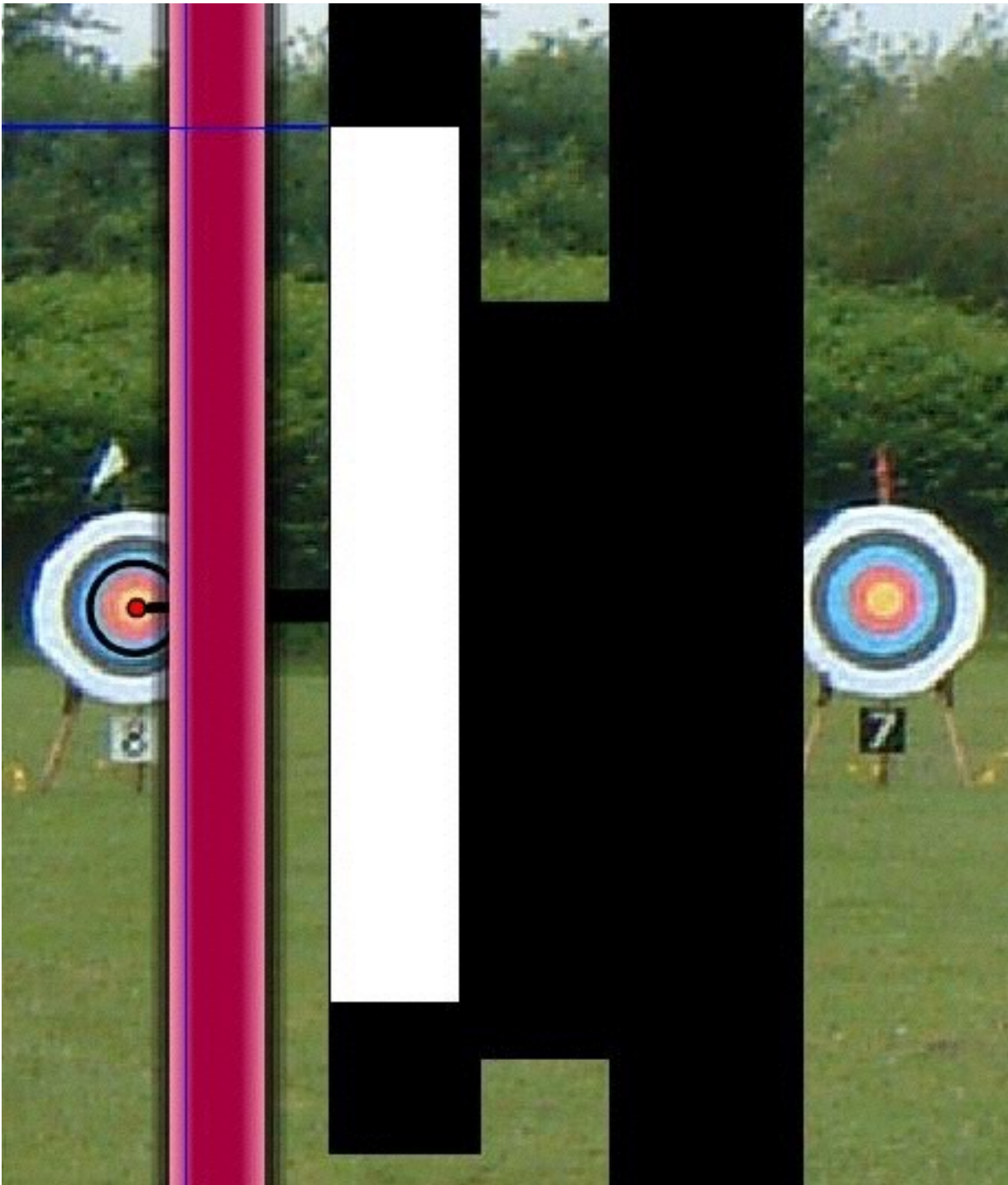
Bogenfenster und Sehnenschatten

Wo während des Visierens der Sehnenschatten (rot) angelegt wird, ist wichtig für die Justierung des Center-Schusses. Auf den Bildern unten steht die vertikale blaue Linie für den Center-Schuss und die horizontale blaue Linie steht für den... horizontalen.

Ein "offenes Fenster" erscheint, wenn die Sehne am Mittelteil angelegt wird:



Und ein "geschlossenes Fenster" erscheint, wenn die Sehne am Visier-Ring angelegt wird:



Wenn man schießt, erscheint die Sehne allerdings viel unschärfer, als auf diesen Bildern dargestellt... mir jedenfalls!

Ein gut eingestellter Bogen auf 70 Meter



Und nochmal sechs ins Gold für die Silberlocke...



Und 108 das Dutzend – mit einem Ausreisser – auf 70 Meter für Meta.

Die Zukunft

Eine neue Art Carbon wurde entdeckt, bei der das Carbon in Form winzig kleiner Röhren gezüchtet wird, es heisst "Single Walled Carbon Nanotubes" oder SWCNT.

Dazu findest Du mehr bei [Wikipedia](#).

SWCNT ist das leichteste und steifste bekannte Material für einen *sehr* weiten Einsatzbereich.

Gegenwärtig lassen sich einzelne Nanoröhren mit einer Länge von etwa 1 Zoll züchten, ich denke Easton wird sehr daran interessiert sein, wenn sie erst die Länge von 32 Zoll erreicht haben werden.

Interessiert an Pfeilen mit nur 1 mm Durchmesser??

Recurvebogen-Tuning Links

[Basic Bow Tuning](#) by Gräme Jeffrey, Centenary Archers

[Bow Tuning](#) by Southampton University Archery Club

[Principles of Bow/Arrow Tuning](#) by Joe Tapley

Quicks' [Tuning Tips](#)

[Bow Tuning](#) by Steve Ellison