

Die Technik des Recurvebogens (FITA-Bogen).

Eine einführende Betrachtung der Komponenten, des Aufbaus und der Funktion des FITA-Bogens von Jan Müller.

Vorbemerkung:

Mein Beitrag soll Interessenten und Anfängern den Einstieg in das Bogenschießen erleichtern. Grundlage meiner Ausführungen sind u.a. viele Jahre eigener, oftmals leidvoller Enttäuschungen und kostspieliger Erfahrungen. Diese hatten verschiedene Ursachen. Als Anfänger fehlte mir vor 20 Jahren selbstverständlich das theoretische Wissen über das Sportgerät, das Material sowie dessen praktische Handhabung. Die Ratschläge der Vereinskameraden, so gut sie gemeint waren widersprachen sich oftmals und trugen mehr zur Verunsicherung und Verwirrung bei als zu helfen. Die Leistungsschützen waren zu sehr mit sich selbst beschäftigt, als sich mit Anfängern abzugeben. So blieb nur der Weg des Selbststudiums anhand von Literatur und das Sammeln praktischer Erfahrungen anhand des Prinzips von Versuch und Irrtum.

Die erste und wichtigste Erkenntnis war, daß theoretisches Wissen über das Material (Bogen, Sehne, Pfeil), dessen Funktion und Handhabung unerlässlich ist.

Ebenso wichtig war die Einsicht, daß praktische Unterweisung unverzichtbar ist. Das Verhältnis zwischen Lehrer (Trainer, Kursleiter, Pate, Mentor) und Schüler ist einerseits durch charakterliche und fachliche Kompetenz, seitens des Schülers durch Vertrauen bestimmt. Ratschläge anderer Personen, mögen sie noch so gut gemeint sein, stören dieses Verhältnis.

Schließlich muß man sich dessen bewußt sein, daß Erfolg - der Pfeil im Gold - nicht erkaufte werden kann. Die Ansicht „Je teurer meine Ausrüstung, desto besser treffe ich“ ist ein gravierender Irrtum. Die komplizierte Technik eines Bogens „den der Weltmeister schießt“, setzt bereits einen sauberen, ausgefeilten Schießstil voraus, über den der angehenden Bogenschütze noch nicht verfügen kann. Daher muß das Material vernünftig, d.h. kosteneffektiv und unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Leistungsvermögens bzw. realistischer Erwartungen, ausgewählt werden.

Jan Müller im Oktober 2010

Inhaltsverzeichnis:

	Seite:
Vorbemerkung	1
Inhaltsverzeichnis	2
Glossar.	3
1. Der FITA-Bogen	12
1.1 Das Mittelteil.	12
1.2 Die Wurfarme.	13
1.3 Der Tiller.	14
2. Das Zubehör des Recurvebogens.	16
2.1 Die Pfeilauflage.	16
2.2 Der Button bzw. die Pfeilanlage.	17
2.3 Der Klicker.	18
2.4 Das Visier.	18
2.5 Die Stabilisatoren.	19
3. Die Sehne und der Nockpunkt.	21
3.1 Die Sehne.	21
3.2 Der Nockpunkt.	23
4. Der Pfeil.	24
4.1 Der Pfeilschaft.	25
4.2 Die Pfeilspitze.	26
4.3 Der Nock.	27
4.4 Die Befiederung.	28
5. Die Pfeilauswahl.	29
5.1 Vorgaben der Auswahltabellen	30
5.2 Ermittlung der Parameter und Pfeilschaftkalkulation.	30
6. Das Abstimmen des Systems.	32
6.1 Die Grundeinstellungen.	32
6.2 Die Grundabstimmung.	34
6.3 Optimieren der Abstimmung.	36
6.4 Die Feinabstimmung	38
Quellenangaben:	39

Glossar:

“	Sonderzeichen für inch.
#	Sonderzeichen für pound.
@	Sonderzeichen für „bei“, „bezogen auf“.
Abschußpunkt	Position von → <i>Pfeilaufgabe</i> und → <i>Pfeilanlage</i> im Bogenfenster, senkrecht über dem → <i>Drehpunkt</i> .
Abstimmen	Optimieren des Systems Bogen, Pfeil und Sehne durch gegenseitiges Anpassen der einzelnen Komponenten unter den individuellen Vorgaben des Schützen.
AMO	Archery Manufacturers Organization. (Vereinigung der Bogenhersteller)
Anker	Die Gesamtheit von Kopfhaltung, → <i>Ankerpunkt</i> und Sehnenkontakt im Gesicht des Schützen.
Ankerpunkt	Kontaktpunkt der → <i>Zughand</i> am Kinn des Schützen.
Arbeit (A)¹	Das Produkt aus der an einem Körper oder Massepunkt angreifenden Kraft F und dem unter ihrer Einwirkung von ihm zurückgelegten Weg s , wenn Kraft und Weg in ihrer Richtung übereinstimmen: $A = F \cdot s$. Joule, Newtonmeter und Wattsekunde (1 J = 1 Nm = 1 Ws) sind → <i>SI-Einheiten</i> der A .
Armschutz	Schiene, die den → <i>Bogenarm</i> vor Schlägen der Sehne schützt.
Auflagefinger	Seitlich schwenkender, federnd gelagerter Stift, auf dem der Pfeil aufliegt. (Teil der → <i>Pfeilaufgabe</i>).
Auszuglänge	Abstand zwischen Nockboden des Pfeils und dem → <i>Abschußpunkt</i> , wenn der Schütze die Sehne bis zum → <i>Ankerpunkt</i> gezogen hat.
Bauch	Die innere, konkav gewölbte Seite des Bogens.
Blankschaft	Ein unbefiederter Pfeil.
Bogenarm	Arm der → <i>Bogenhand</i> .

¹ Brockhaus, 1986, Bd. 1, S. 122; Trapp, 1992, S. 84, 100.

Bogenfenster	Aussparung des → <i>Mittelteils</i> , in der sich der → <i>Abschußpunkt</i> befindet und die den Blick auf das Ziel frei gibt.
Bogenhand	Hand, die den Bogen am Griff faßt.
Bogenlänge	Gesamtlänge des Bogens.
Bogenschnur	Fangschnur, die um den Griff geführt und am Handgelenk des → <i>Bogenarms</i> befestigt wird. Sie ermöglicht eine entspannte Haltung der → <i>Bogenhand</i> , ohne daß der Bogen beim Abschluß aus der Bogenhand springt.
Bogenzuggewicht	Siehe → <i>Zuggewicht</i> .
Brustschutz	Ein Formstück aus steifem, glatten Material, das die Brust des Schützen /der Schützin vor Schlägen der Sehne schützt und ein Streifen der Sehne an der Kleidung verhindert.
button	Federnd gelagerte und justierbare → <i>Pfeilanlage</i> zum Einstellen der seitlichen Abschlußrichtung des Pfeiles und zum Kompensieren von Unregelmäßigkeiten beim → <i>Lösen</i> .
centershot	Siehe → <i>Mittenschnitt</i> .
checker	Messlehre zum Einstellen bzw Prüfen der → <i>Spannhöhe</i> und der → <i>Nockpunktüberhöhung</i> .
Kompositbogen	Der Bogen ist aus verschiedenen Materialien (z.b. Holz, Horn, Sehnen, Karbon, GFK, Keramik, Metall) zusammengefügt.
damper	Schwingungsdämpfer aus elastischem Material. In der weichen Ausführung wird er vor den Endgewichten, in der harten Ausführung zwischen Bogen bzw → <i>Spinne</i> und → <i>Stabilisator</i> montiert und dämpft deren Resonanzschwingungen.
deflex	Krümmung des Bogens nach hinten, zum Schützen hin.
doinker	Siehe → <i>damper</i> .
Drehpunkt	Tiefster Punkt des Bogengriffs.
Energie (E)²	Arbeitsvermögen, gespeicherte → <i>Arbeit</i> . Die Änderung der Energie eines Systems bei einem Vorgang ist gleich der von außen

² Brockhaus, 1986, Bd. 2, S. 32; Trapp, 1992, S. 84, 100.

	verrichteten oder nach außen abgegebenen <i>Arbeit</i> . Ein gegen ein Anfangshöhenniveau um eine Höhe <i>h</i> gehobener Körper besitzt potentielle Energie . Wenn ein Körper der \rightarrow <i>Masse</i> <i>m</i> relativ zu einem Koordinatensystem eine \rightarrow <i>Geschwindigkeit</i> <i>v</i> besitzt, so besitzt er kinetische Energie . SI-Einheiten der E sind Joule, Newtonmeter und Wattsekunde ($1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$).
fade out	Keilförmige Auflage der \rightarrow <i>Wurfarme</i> auf dem \rightarrow <i>Mittelteil</i> .
Fingerschlinge	Kurze Fangschnur, die um den Griff geführt und mit Schlaufen an Daumen und Mittelfinger oder Zeigefinger befestigt wird. Sie ermöglicht eine entspannte Haltung der \rightarrow <i>Bogenhand</i> , ohne daß der Bogen beim Abschluß aus der Bogenhand springt.
Frontstabilisator(en)	Siehe \rightarrow <i>Stabilisatoren</i> .
Geschwindigkeit (v)³	Quotient aus dem im Zeitintervall Δt zurückgelegten Weg Δs und der Zeit Δt . $v = \Delta s / \Delta t$. SI-Einheit der v ist Meter durch Sekunde (m/s).
Gipfelzuggewicht grain (Abk: gr.)⁴	Siehe \rightarrow <i>Zuggewicht, wirksames</i> . Grain, Gewichtsmaß (GB). 1 gr. entspricht 64,80 mg (abgerundetes metrisches Maß).
Impuls (I)⁵	Das Produkt aus \rightarrow <i>Masse</i> und \rightarrow <i>Geschwindigkeit</i> eines Körpers oder Massepunktes. Die Richtung des I . fällt mit der Geschwindigkeitsrichtung zusammen.
inch (Abk: in.)⁶	inch, Längenmaß (GB & USA). 1 in. (1") entspricht 25,40 mm (abgerundetes metrisches Maß).
kisser	Siehe \rightarrow <i>Mundmarke</i> .
Klicker	Akustische Auszugkontrolle. Kleine Metallzunge, die über den Pfeil gelegt wird, beim Erreichen der vollen \rightarrow <i>Auszuglänge</i> von

³ Brockhaus, 1986, Bd. 2, S. 360; Trapp, 1992, S. 82.

⁴ Trapp, 1992, S. 127.

⁵ Brockhaus, 1986, Bd. 2, S. 641.

⁶ Trapp, 1992, S. 122.

	der Pfeilspitze springt, gegen das Mittelteil schlägt und dabei einen klickenden Ton erzeugt.
Konterstabilisator(en)	Siehe → <i>Stabilisatoren</i> .
Kraft (F) ⁷	Eine physikalische Größe, die bei der Wechselwirkung physikalischer Systeme auftritt und bei frei beweglichen Körpern Ursache von Beschleunigungen, bei festgehaltenen Körpern Ursache von Deformierung ist. Kräfte treten stets nur paarweise auf. SI-Einheit der F ist das Newton (N). Es ist $1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$.
Leistung (P) ⁸	Die von einer → <i>Kraft</i> je Zeiteinheit geleistete → <i>Arbeit</i> . SI-Einheit der L ist das Watt (veraltet PS. $1 \text{ PS} \approx 735,5 \text{ W}$).
Leitfeder	Diejenige Feder einer Dreifach-Befiederung, die im rechten Winkel zur Nockkerbe bzw Sehne steht und aus dem → <i>Bogenfenster</i> hinausweist.
Linkshandschütze	Die linke Hand ist die → <i>Zughand</i> .
Lösen	Freigeben der Sehne des ausgezogenen Bogens aus dem → <i>Sehnengriff</i> .
Masse (m) ⁹	Jeder Körper setzt einer Änderung seiner Geschwindigkeit (Beschleunigung) einen Widerstand (Trägheit) entgegen, dessen Ursache seine träge Masse ist; die schwere Masse ist die Ursache der Anziehung, die Körper aufeinander ausüben, also auch der Gewichtskraft der Körper im Schwerfeld der Erde. SI-Basis-einheit der m ist das Kilogramm (kg), definiert durch die Masse des Internationalen Kilogrammprototyps.
Mitte, geometrische	Schnittpunkt der → <i>Mittellinie</i> mit der Längsachse des Bogens.
Mittellinie	In der → <i>Mittelebene</i> des → <i>Mittelteils</i> liegende Gerade durch die Enden beider → <i>fade outs</i> .
Mittelteil	Der mittlere Bauteil eines Bogens, an den die → <i>Wurfarne</i> ange-

⁷ Brockhaus 1986, Bd. 3, S. 235; Trapp, 1992, S. 84, 99.

⁸ Brockhaus 1986, Bd. 3, S. 364; Trapp, 1992, S. 84, 100.

⁹ Brockhaus 1986, Bd. 3, S. 503; Trapp, 1992, S. 79.

	setzt werden.
-, deflexes	→ <i>Dreh-</i> und → <i>Abschußpunkt</i> liegen vor der → <i>Mittellinie</i> im Rücken des Bogens.
-, gerades	→ <i>Dreh-</i> und → <i>Abschußpunkt</i> liegen auf der → <i>Mittellinie</i> .
-, reflexes	→ <i>Dreh-</i> und → <i>Abschußpunkt</i> liegen hinter der → <i>Mittellinie</i> im Bauch des Bogens.
Mittelwicklung	Umwicklung des Teils der Sehne, wo der → <i>Sehnengriff</i> ausgeübt und der → <i>Nockpunkt</i> fixiert wird.
Mittenschnitt	Das Maß, in dem das → <i>Bogenfenster</i> über die → <i>Mittellebene</i> des → <i>Mittelteils</i> hinaus ausgeschnitten ist.
Monostabilisator	Siehe → <i>Stabilisatoren</i> .
Mundmarke	Kunststoffteil, das auf der Sehne fixiert wird und über den Kontakt mit den Lippen den → <i>Anker</i> kontrolliert.
Nock	Kunststoffteil mit Einkerbung, das die Sehne aufnimmt und den Pfeil auf der Sehne hält.
Nockpunkt	Markierung der Position des → <i>Nocks</i> auf der Sehne in deren Energiemitte.
Nockpunktüberhöhung	Position des → <i>Nockpunktes</i> über der Senkrechten auf die Sehne durch den Abschußpunkt. Einstellung und Kontrolle erfolgen mit dem → <i>checker</i> .
Nutzeffekt	Siehe → <i>Wirkungsgrad</i> .
Pfeilanlage	Bestimmt die seitliche Lage des Abschußpunktes (bzw des Pfeiles) im → <i>Bogenfenster</i> . (→ <i>button</i>)
Pfeilauflage	Bestimmt die Lage des Abschußpunktes (bzw des Pfeiles) im → <i>Bogenfenster</i> der Höhe nach.
Pfeillänge, korrekte ¹⁰	→ <i>Auszuglänge</i> plus 1".
Pfeilreflex	Seitliche Durchbiegung des Pfeiles, hervorgerufen durch das → <i>Lösen</i> der Sehne aus dem → <i>Sehnengriff</i> .
pivot point	siehe → <i>Drehpunkt</i> .

¹⁰ Easton Arrow Tuning; S. 16

pound (Abk: lb.)¹¹	pound, Gewichtsmaß (GB). 1 lb. (1#) entspricht 453,6 g.
Querstabilisatoren	Siehe → <i>Stabilisatoren</i> .
Rechtshandschütze	Die rechte Hand ist die → <i>Zughand</i> .
recurve	→ <i>reflex</i> gebogenes Ende des → <i>Wurfarmes</i> .
Recurve-Bogen	Ein Bogen dessen → <i>Wurfarme</i> mit → <i>recurves</i> ausgestattet sind.
reflex	Krümmung des Bogens nach vorne, vom Schützen weg.
Rohschaft	Siehe → <i>Blankschaft</i> .
Rücken	Die Front- oder konvex gewölbte Seite des Bogens.
Schaft	Pfeilkomponente ohne → <i>Nock</i> , Befiederung und Spitze.
Schaftgröße	Ggf. kodierte Bezeichnung der Biegefestigkeit des Schaftes. Sie beinhaltet Angaben über Gewichtsklasse, Material, Wandstärke und Durchmesser des Aluminium(kern)rohres, Anzahl der Karbonlagen und den → <i>Spinewert</i> .
Schaftlänge	Die Länge des → <i>Schaftes</i> plus → <i>Nock</i> , aber ohne Spitze. Gemessen wird vom Nockboden bis zum Schaftabschnitt.
Schußfenster	Siehe → <i>Bogenfenster</i> .
Schwerpunkt¹²	Der Punkt eines starren Körpers (hier: Pfeil), um den in einem homogenen Umfeld bei beliebiger Lage des Körpers kein Drehmoment auftritt (Indifferentes Gleichgewicht).
Sehne	Flexible Verbindung der beiden → <i>Wurfarme</i> welche die auftretenden Kräfte synchronisiert und auf den Pfeil überträgt.
Sehnenaugen	Schlaufen an den Sehnenenden, mittels derer die Sehne in die → <i>Wurfarmnuten</i> eingehängt wird.
Sehnengriff	Art und Weise in der die Sehne von der → <i>Zughand</i> gefaßt und gezogen wird.
-, asiatischer¹³	Das erste (innere) Daumengelenk bildet einen Haken, der die Sehne faßt und zieht. Zeige- oder Mittelfinger verriegeln den

¹¹ Trapp, 1992, S. 127.

¹² Brockhaus, 1986, Bd. 3, S. 504.

¹³ Klopsteg, 1987, S. 94 ff.

	Daumen. Der Pfeil liegt oberhalb des Daumens. Der → <i>Pfeilreflex</i> folgt der Richtung des Daumens.
-, mediterraner	Die vordersten Gelenke des Zeige-, Mittel- und Ringfingers bilden Haken, welche die Sehne fassen und ziehen. Der Pfeil liegt zwischen Zeige- und Mittelfinger. Der <i>Pfeilreflex</i> folgt der Richtung der Finger.
Seitenstabilisator(en)	Siehe → <i>Stabilisatoren</i> .
SI-Einheiten¹⁴	Das Internationale Einheitensystem ist die moderne, gesetzlich eingeführte, auf sieben Basiseinheiten erweiterte Form des metrischen Systems. Das dafür in allen Sprachen gleiche Kurzzeichen „SI“ ist vom Système International d'Unités abgeleitet.
Spannhöhe	In der Senkrechten gemessener Abstand zwischen → <i>Sehne</i> und → <i>Drehpunkt</i> bei aufgespanntem Bogen.
spine, dynamischer	Schwingungsverhalten (Amplitude und Frequenz) des Pfeils beim Abschluß.
spine, statischer¹⁵	Durchbiegung des → <i>Schaftes</i> in 1/1000" bei einer mittigen Belastung mit 880 g und einer Auf lageweite von 28". Maß der Biegefestigkeit.
Spinne	T- oder V-förmiges, ggf nach Höhen- und Seitenwinkel verstellbares Montageteil, das am → <i>Rücken</i> des → <i>Mittelteils</i> angesetzt wird und zur Aufnahme von → <i>Stabilisatoren</i> dient.
Spinnenvorbau	Verlängerungsteil, das zwischen Bogen und → <i>Spinne</i> gesetzt, den Schwerpunkt des Stabilisatorensystems nach vorne verlagert.
Stabilisatoren	Verschieden lange, elastische Stäbe (Metall, Karbon, GFK), die am → <i>Mittelteil</i> des Bogen angeschraubt werden und mit variablen Gewichten (Masse und Position) versehen sind. Sie sollen den Abschlußschock (<i>Monostabilisator</i>) und Resonanzschwingungen (<i>Front- und Konterstabilisatoren</i>) dämpfen, Dreh- und Kipp-

¹⁴ Trapp, 1992, S. 78 ff.

¹⁵ Easton Arrow Tuning and Maintenance Guide

	momente (<i>Konter-, Seiten- oder Querstabilisatoren</i>) auffangen und den Bogen ausbalancieren.
Standhöhe	Siehe → <i>Spannhöhe</i> .
T-bar	Siehe → <i>Spinne</i> .
tab	Gleitfläche aus Leder, Fell oder Kunststoff, welche die Finger beim Ausüben des mediterranen Sehnengriffs schützt.
TFC	Schwingungsdämpfer, dessen Härtegrad im Unterschied zum → <i>damper</i> einstellbar ist. Er wird zwischen Bogen bzw → <i>Spinne</i> und → <i>Stabilisator</i> montiert und dämpft deren Resonanzschwingungen.
Tiller	Differenz der Anstellwinkel von oberem (schwächeren) und unterem (stärkeren) → <i>Wurfarm</i> , gemessen am Ende der → <i>fade outs</i> .
tuning	Siehe → <i>Abstimmen</i> .
V-bar	Siehe → <i>Spinne</i> .
Visier	Mechanisch-optische Einrichtung, die ein präzises Zielen auf verschiedene Entfernungen ermöglicht.
Wirkungsgrad¹⁶	Das Verhältnis der Nutzleistung zur aufgewandten → <i>Leistung</i> bei Kraftmaschinen, Arbeitsmaschinen u.ä. Der W. ist vor allem ein Maß für die Güte von Kraftmaschinen und ist stets kleiner als eins.
Wurfarme	Federelemente des Bogens in denen beim Ausziehen Energie gespeichert, beim → <i>Lösen</i> wieder freigegeben wird und den Pfeil beschleunigt.
Wurfarmnuten	Einkerbungen an den Wurfarmenden in welche die → <i>Sehnenaugen</i> eingehängt werden.
yard (Abk: yd.)¹⁷	yard, Längenmaß (GB & USA). 1 yd. entspricht 91,44 cm (abgerundetes metrisches Maß).

¹⁶ Brockhaus, 1986, Bd. 5, S. 594.

¹⁷ Trapp, 1992, S. 122.

Zuggewicht ¹⁸	Erforderlicher Kraftaufwand, gemessen in pounds, um den Bogen auf eine standardisierte oder vom Hersteller definierte → <i>Auszuglänge</i> ausziehen ¹⁹ .
-, tatsächliches	Erforderlicher Kraftaufwand bezogen auf die individuelle → <i>Auszuglänge</i> des Schützen.
-, wirksames	Produkt der Faktoren → <i>tatsächliches Zuggewicht</i> und → <i>Wirkungsgrad</i> . Es ist die maßgebliche Größe für die Auswahl der Pfeile, bzw für die Bestimmung deren Parameter. → <i>Gipfelzuggewicht</i> .
Zughand	Hand, die den → <i>Sehnengriff</i> ausführt.

¹⁸ Die am Bogen wirkenden Kräfte werden, der angelsächsischen Tradition folgend, als Zuggewicht in pounds „gewogen“. Entsprechend dem System der SI-Einheiten ist dies falsch. Richtig wäre die Bezeichnung „Zugkraft“ gemessen in „Newton“.

¹⁹ Die AMO setzt 26 1/4" Auszuglänge als Bezugsgröße der Zuggewichtsmessung fest. Die daneben noch vorkommende Angabe von 28" besagt, daß weitere 1 3/4" - entsprechend der Distanz zu einer fiktiven Bogenvorderkante - addiert wurden.

1. Der FITA-Bogen.

Der moderne Recurvebogen kann für den Transport zerlegt werden und besteht aus einem Mittelteil, zwei Wurfarmen, der Sehne und den technischen Anbauteilen wie Pfeilauflage, Button, Klicker, Visier und Stabilisatoren.

1.1 Das Mittelteil.

Die modernen, qualitativ hochwertigen Mittelteile mit ihren charakteristischen Durchbrüchen werden aus Leichtmetalllegierungen gefräst. Sie sind an die Stelle der früher üblichen, gegossenen Mittelteile getreten. Holz als Material der Mittelteile ist einerseits als Ausnahmeerscheinung in der Hochpreiskategorie vertreten, andererseits ist es Standard bei billigen, so genannten Anfängerbogen. Eine weitere Ausnahmeerscheinungen sind Mittelteile aus Karbon oder Aluminium-Karbon-Verbund. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das o.a. erwähnte moderne Mittelteil. Bei älteren und einfacheren Modellen sind entsprechende Abstriche zu machen.

Am oberen und unteren Ende des Mittelteils befinden sich die Aufnahmetaschen für die Wurfarme. Sie verfügen über zwei Justiervorrichtungen. Die eine ermöglicht eine Verstellung des Anstellwinkels der Wurfarme, was eine Veränderung des Zuggewichts und/oder des Tillers bewirkt. Die zweite ermöglicht eine seitliche Verstellung der Wurfarme in Bezug auf die Hochachse des Bogens. Dies ermöglicht Mittelteile und Wurfarme verschiedener Hersteller zu kombinieren und eventuell auftretende Abweichungen zu eliminieren. Am Rücken des Mittelteils, knapp über bzw. unter der Tillerjustierung befinden sich die Aufnahmebohrungen für die Frontstabilisatoren. In der Mitte des Mittelteils befindet sich der Griff, versehen mit einer Griffschale aus Holz oder Kunststoff. Am Rücken des Bogens, unterhalb des Griffes ist die Bohrung für die Aufnahme des Stabilisatoren-Trägerelements (Spinne) angebracht. Gegen das Ziel weisend wird darin der Monostabilisator eingeschraubt, gegen den Schützen weisend die Quer- oder Konterstabilisatoren mit den Schwingungsdämpfern oder Kompensatoren (TFC oder damper). Das Bogenfenster, oberhalb des Griffes, ist aus dem Mittelteil über dessen Mittelebene hinaus ausgeschnitten, um einen axialen Abschluß des Pfeiles zu ermöglichen. In das Bogenfenster ragen die Pfeilauflage und die Pfeilanlage (Button), der Klicker und der Korntunnel des Visiers, das auf der gegenüberliegenden Seite mittels eines Montageblocks befestigt ist. Die Bohrungen zur Aufnahme der o.a. Komponenten sind je nach Herstellungsland mit Whitworth-

Gewinden oder metrischen Gewinde versehen. Die Positionen der Bohrungen sind genormt. Mittelteile werden in den Längen 23, 25 und 27 Zoll hergestellt. In Verbindung mit verschiedenen langen Wurfarmen ergeben sich Bogen von 64, 66, 68, 70 und 72 Zoll Gesamtlänge.

1.2 Die Wurfarme.

Der Recurvebogen erhält seine typische Doppel-S-Form, indem die Wurfarme in die Aufnahmeetaschen des Mittelteils gesteckt und arretiert werden. Ausgehend vom Mittelteil ergibt sich zunächst eine deflexe Wölbung; die Wurfarme verjüngen sich zunehmend und gehen in eine reflexe Krümmung über, die bei nicht aufgespanntem Bogen nach vorne zeigt. An den verstärkten Wurfarmenden befinden sich Nuten, in welche die Sehne mit ihren Öhrchen eingehängt wird. Diese sogenannte Recurve ist ein elastischer Hebel, der beim Vorschnellen der Wurfarme wirksam wird. Hierbei handelt es sich um eine arbeitende Recurve - im Gegensatz zu asiatischen Reflexbogen, deren Recurve ein starrer Hebel ist. Damit dieser Hebel richtig arbeiten kann, ist die Standhöhe des Bogens von maßgeblicher Bedeutung für die Leistung des Bogens. Der obere Wurfarme ist auf der Innenseite unbeschriftet; sein Anstellwinkel zum Mittestück ist größer und er ist schwächer als der untere. Auf der Innenseite des unteren Wurfarms sind die technischen Daten (Bogenlänge - Zuggewicht @ Auszuglänge) in normierter Form (AMO-Standard) oder herstellerspezifisch angegeben. Dort finden sich auch Angaben über die Länge (kurz, mittel, lang) und die Seriennummer der Wurfarme.

Das Zuggewicht ist in der Regel für 2 verschiedene Bogenlängen angegeben, entsprechend der Möglichkeit Mittelteile und Wurfarme unterschiedlicher Länge miteinander zu kombinieren.

Beispiele:

(1) AMO H25 68 34lbs - H23 66 36lbs bedeutet: Bei Verwendung eines 25" langen Mittelteils ergeben sich eine Bogenlänge von 68" und ein Zuggewicht nach AMO von 34#; bei Verwendung eines 23" langen Mittelteils ergeben sich eine Bogenlänge von 66" und ein Zuggewicht von 36#.

(2) 68" - 28# @ AMO bedeutet, daß der 68" lange Bogen bei 26 1/4" Standardauszuglänge über ein Zuggewicht von 28# verfügt.

68"- 28# - 28" AMO beinhaltet die gleiche Aussage. Die hier genannten 28" setzen sich zusammen aus der Standardauszuglänge von 26 1/4" und weiteren 1 3/4", entsprechend der Distanz zu einer fiktiven Bogenvorderkante.

Die Leistung der Wurfarme hängt sowohl von der gespeicherten Arbeit als auch von der Schnel-

ligkeit ab, mit der die gespeicherte Arbeit wieder freigegeben wird. Diese Schnellkraft wird entscheidend von den verwendeten Materialien, dem Gewicht sowie Länge und Form der Wurfarme beeinflusst. Abgesehen von Billigprodukten aus Fiberglas können in aufsteigender Reihenfolge 3 Typen (= Preiskategorien) unterschieden werden:

- (1) Holzlaminat aus Bergahorn, Eibe oder Esche mit Fiberglas belegt;
- (2) mit zusätzlichen Schichten aus Karbonfasern oder Keramik;
- (3) ein geschäumter Kern mit Karbonschichten (ein aus der Skifertigung bekanntes Verfahren) und mit Fiberglas belegt.

In diesem Zusammenhang ist die Entscheidung über die richtige Bogenlänge von großer Bedeutung. Ein kurzer Bogen in Verbindung mit einer zu großen Auszuglänge führt zu einem spitzen Sehnenwinkel; d.h. Zeige- und Mittelfinger der Zughand werden zwischen dem Pfeil eingeklemmt. Der Bogen zieht sich hart und unkomfortabel, wird bei vollem Auszug steif und schießt sich rauh und nervös. Bei gleicher Auszuglänge erreicht dagegen ein zu langer Bogen nicht seine volle Leistung, da seine langen Wurfarme im Vergleich zum kürzeren Bogen langsamer arbeiten und sich seine Schnellkraft nicht voll entfalten kann; aber er zieht sich sehr weich und versteift nicht, schießt sich komfortabel und verzeiht eher Fehler. Daher gilt es auch hier einen individuellen Kompromiß zwischen Leistung und Komfort zu finden. Die folgende Tabelle bietet einen Anhalt für die Wahl der richtigen Bogenlänge²⁰.

Auszuglänge in inches	Bogenlänge in inches
21 - 23	60 - 62
23 - 25	62 - 64
25 - 27	64 - 66
27 - 29	66 - 68
29 +	68 - 70

1.3 Der Tiller.

In seiner ursprünglichen Bedeutung ist der Tiller ein mit Kerben versehenes Brett. Damit wurde im mittelalterlichen Bogenbau der Bogen Zoll für Zoll gespannt, während die Wurfarme über den gesamten Auszug auf gleichmäßige Biegung bearbeitet wurden. Da der Schütze den Bogen

²⁰ Easton Arrow Tuning; S. 8

in der geometrischen Mitte faßte und der Pfeil über den Handrücken der Bogenhand abgeschossen wurde, fielen der Abschußpunkt des Pfeiles (A), der Drehpunkt der Bogenhand (D) und die geometrische Mitte (M) des Bogens nahezu zusammen; beide Wurfarme durften und mußten das gleiche Quantum an Energie abgeben.

Der moderne Recurvebogen mit seinem Pistolengriff und der hoch darüber, im Bogenfenster befindlichen Pfeilaufgabe (Abschußpunkt), erfordert jedoch weitergehende Überlegungen zur Bogenmechanik.

Da der Abschußpunkt des Pfeiles (A) jetzt um den Betrag (x) 4 - 5 cm über dem Drehpunkt (D) liegt, muß der Nockpunkt um den gleichen Betrag (x) nach oben gesetzt werden. Die entstehende Asymmetrie teilt nun die Sehne in zwei ungleich lange Teile; der untere wird um die Strecke (x) verlängert, der obere um (x) verkürzt. Daraus folgt jedoch, daß bei ausgezogenem Bogen der obere Wurfarm stärker gebogen, mehr Energie speichern und abgeben würde als der untere. Das erstehende Kräfteungleichgewicht würde verhindern, daß der Impuls axial auf den Pfeil übertragen wird.

Ein schwächerer oberer Wurfarm mit einem größeren Anstellwinkel als der untere bewirkt, daß er trotz größerer Verformung durch den kürzeren Sehnenteil nicht mehr Energie abgibt als der untere; im Nockpunkt herrscht nun ein Kräftegleichgewicht, der Pfeil kann axial abgeschossen werden. An einem aufgespannten Bogen soll der Abstand des oberen Wurfarmes zur Sehne, gemessen an den fade outs ca. 2 bis 6 mm größer sein als der des unteren.

Indem der Ringfinger zusätzlich auf die Sehne kommt, bewirkt der mediterrane Auszug (Zeigefinger > Pfeil < Mittelfinger - Ringfinger) nunmehr eine Verkürzung des unteren Sehnenteils; nun wird wieder der untere Wurfarm stärker beansprucht und gibt mehr Energie an den Pfeil ab. Dies wird durch die Nockpunktüberhöhung kompensiert. Wird der Nockpunkt ca. 10 mm nach oben über den rechten Winkel gesetzt, so wird der untere Sehnenteil geringfügig verlängert und der obere verkürzt. Der untere, stärkere Wurfarm wird weniger stark gebogen und gibt folglich weniger Energie ab und das Kräftegleichgewicht ist wieder hergestellt.

Die Tillerjustierung bietet dem Schützen die Möglichkeit, ausgehend von einer Grundeinstellung von ca. 6 mm, den Tiller selbst einzustellen. Eine gute „statische Balance“ ist dann erreicht, wenn ein Blankschaft mit möglichst tiefsitzendem Nockpunkt auf 30 m mit 3 befiederten Pfeilen gruppiert. Jede Änderung des Schießstils (z.B. Bogengriff, Sehnengriff) bedeutet eine Störung dieses Gleichgewichts, das durch eine Versetzung des Nockpunktes oder durch Verstellung des

Tillers, d.h. eine Veränderung des Anstellwinkels der Wurfarms, wieder hergestellt werden muß.

2. Das Zubehör des Recurvebogens.

2.1 Die Pfeilauflage.

Beim modernen Recurvebogen liegt der Abschlußpunkt A über dem Handrücken im Bogenfenster. Dies erfordert eine Pfeilauflage, eine Einrichtung, die den Pfeil in dieser Position hält. Die Buttonbohrung, die exakt über dem Drehpunkt D angebracht ist, definiert diese Position.

Man kann zwischen 4 verschiedenen Typen unterscheiden:

(1) Pfeilauflagen aus Kunststoff oder Metall, die mittels beidseitigem Klebeband im Bogenfenster fixiert werden. Ihr Auflagefinger ist flexibel oder federnd gelagert. Die gängigsten Modelle sehen die Verwendung eines Buttons vor. Einige wenige Modelle sind mit einer Pfeilanlage versehen und können ohne Button verwendet werden. Sie werden sowohl den Anforderungen eines Anfängers als auch denen eines Spitzenschützen gerecht und stellen die preiswerteste Alternative dar.

Generell ist darauf zu achten, daß Achse und Rückholfeder des Auflagefingers unter dem Pfeil liegen, um bei einem geringen Mittenschnitt das Anschlagen des Pfeiles zu vermeiden..

(2) Pfeilauflagen, die mittels speziell anzubringender Bohrungen im Bogenfenster eingebaut werden. Derartige Pfeilauflagen können bereits im Mittelteil eingebaut sein und werden beim Kauf des Mittelteils als dessen integraler Bestandteil mit erworben.

(3) Pfeilauflagen, die mittels des Buttons und einer zweiten Bohrung an der Außenseite des Bogenfensters angebaut werden. Dabei wird der lange, nach Höhe und Seite verstellbare Auflagefinger um den Bauch des Bogens herumgeführt.

(4) Der Tunerblock; hier sind Pfeilauflage und Button zu einer Baugruppe zusammengefaßt, die nach Höhe und Seite verstellbar ist.

Dem relativ niedrigen Preis und der hohen Effizienz des Typs (1) steht allerdings ein Nachteil gegenüber. Jeder Wechsel des Pfeildurchmessers macht es erforderlich, daß die Pfeilauflage entfernt und in entsprechender Position neu angebracht wird, sofern der Auflagefinger nicht vertikal justierbar ist.

Ausnahmslos soll der Auflagefinger seitlich mit dem aufgelegten Pfeil bündig abschließen, um eine Berührung durch die Federn des Pfeiles zu vermeiden.

2.2 Der Button bzw. die Pfeilanlage.

Da das Bogenfenster über die Mittellinie des Bogens hinaus ausgeschnitten ist, benötigt der Pfeil eine seitliche Anlage, um ihn so auszurichten, daß die Pfeilspitze 1,6 mm bis 3,2 mm von der Längsachse des Bogens in Richtung des Pfeilreflexes abweicht²¹; bei Rechtshand-Schützen nach links, bei Linkshandschützen nach rechts. Mit seiner Hilfe kann die o.a. Ausrichtung genau eingestellt und fixiert werden.

Der Button erfüllt aber eine weitere, sehr vorteilhafte Funktion. Das Lösen, d.h. das Schnellen lassen der Sehne, ist ein individueller und höchst diffiziler Vorgang. Selbst beim exaktesten Lösen ist es unvermeidlich, daß die Sehne einen seitlichen Impuls erhält, der den Pfeilreflex hervorruft. Aber auch jeder einzelne Lösevorgang weist gegenüber dem vorhergehenden minimale Unterschiede auf, was einen unregelmäßigen Pfeilreflex zur Folge hat. Der Button ist in der Lage, diese Unregelmäßigkeiten zu kompensieren, indem die Pfeilanlage (d.h. der Buttonkopf) auf einer Feder sitzt, deren Vorspannung einstellbar ist und die auf unterschiedlichen Druck entsprechend reagiert.

Er ist jedoch keinesfalls in der Lage, einen Pfeil weicher oder härter zu machen. Lediglich durch stärkere oder schwächere Aufnahme des Pfeilreflexes (geringere oder stärkere Vorspannung der Feder) kann er - in sehr engen Grenzen - einen Pfeil weicher oder härter reagieren lassen.

Abgesehen von Billigprodukten, die aufgrund ihrer mechanischen Unzuverlässigkeit, mangelnder Präzision und hoher innerer Reibung lediglich die Funktion als Pfeilanlage ausreichend erfüllen können, sind 2 Typen im Handel.

(1) Buttons, deren Federdruck stufenlos justiert werden kann. Grob- und Feinjustierung erfolgen über eine Rändelschraube auf dem Außengewinde und einer, in der Rändelschraube axial wirkenden Madenschraube.

(2) Rasterbuttons, deren Federdruck mittels einer Rändelhülse auf dem Außengewinde per Rastfunktion verstellt werden kann. Hülse und Buttonkörper sind mit Skalen bzw. Referenzmarken versehen, so daß die Einstellung des Federdrucks jederzeit reproduzierbar ist.

Qualitätsmerkmale sind: Präzision, Haltbarkeit, hohe Empfindlichkeit, Lieferumfang und Verfügbarkeit von Ersatz- und Verschleißteilen.

²¹ Easton Arrow Tuning; S. 3

2.3 Der Klicker.

Vor der Pfeilauflage kann in der Pfeilbahn eine schmale Metallzunge montiert werden, die seitlich über den Pfeil greift und ihn als Feder oder mittels eines Magneten gegen die Pfeilanlage drückt. Wird der Pfeil unter dem Klicker durchgezogen, springt diese Metallzunge bei Überschreiten der Auszugslänge über die Pfeilspitze und schlägt am Bogenfenster an. Ist der Klicker entsprechend der korrekten Pfeillänge positioniert, entsteht ein klickendes Geräusch, das signalisiert, daß der volle Auszug erreicht ist. Aus dieser Funktion als akustische Auszugskontrolle kann eine weitere abgeleitet werden.

Wie bereits erwähnt ist der Lösevorgang äußerst diffizil. Das Lösen, d.h. das saubere, möglichst gerade Freigeben der Sehne, bedingt ein schlagartiges, unbewußtes Entspannen der Zughand. Dazu bietet der Klicker über den „Konditionierten Reflex“ eine psychologische Hilfe. Die bewußte Einübung (Konditionierung) der Reaktion „Lösen“ auf den auslösenden Reiz „Klicken“ führt zum unbewußten Lösen als einem, durch das Klicken bedingten Reflex.

Diese Technik sollte nur von fortgeschrittenen Schützen mit ausgereifter Schießtechnik (konstante Auszugslänge) und ausgeprägtem Muskelgefühl eingesetzt werden. Anderenfalls kann es vorkommen, daß der Klicker des Nebenmannes oder das Brechen eines Ästchens den eigenen Lösevorgang auslösen und der Pfeil durch den Klicker geschossen wird.

2.4 Das Visier.

Das Visier ist eine mechanische und optische Zielvorrichtung, mit deren Hilfe der Pfeil in das Bogenfenster projiziert, und die Visierlinie (die geradlinige Verbindung von Auge, Korn und Ziel) auf den Haltepunkt ausgerichtet wird. Analog dem Visier einer Feuerwaffe entsprechen der Ankerpunkt (unter dem Kinn) und die Referenzkonstante Sehnenschatten der Kimme. Dadurch kommt der Pfeil im Abstand Auge-Ankerpunkt unter der Visierlinie zu liegen. Deswegen muß die Pfeilspitze um den gleichen Abstand nach oben in die Visierlinie projiziert werden. Dort steht das Korn des Visiers. Es ist nach Höhe und Seite sowie im Abstand zum Auge verstellbar. Durch die Höhenverstellung kann der Visierwinkel (der Winkel zwischen der gedachten Verlängerung des Pfeiles und der Visierlinie) verändert und dadurch die Krümmung der Flugbahn so ausgeglichen werden, daß der Treffpunkt des Pfeiles und der Haltepunkt (der Punkt, auf den die Visierlinie gerichtet werden muß, um das Ziel zu treffen) zusammenfallen. Durch die seitliche Verstellung kann die Seitenabweichung ausgeglichen werden. Dabei gilt: Das Korn d.h. der

Haltepunkt wird stets in Richtung des Treffpunktes verschoben, um durch Veränderung des Visierwinkels und/oder des Seitenwinkels beide Punkte zur Deckung zu bringen.

Das Visier besteht aus folgenden Baugruppen: Montageblock, Vorbauschiene, Visier- der Skalenschiene, Visierschlitten.

Aufgrund der gegenseitigen Zuordnung dieser Baugruppen kann zwischen 2 Bauarten, dem Vorbauvisier und dem Auslegervisier unterschieden werden. (Billigprodukte sollen hier wegen ihrer mechanischen Instabilität und Ungenauigkeit keine Erwähnung finden).

(1) Der Montageblock wird an der Außenseite des Bogenfensters mit dem Mittelteil fest verschraubt und verbleibt dort, während die anderen Baugruppen zum Transport des Bogens demontiert werden können. Die Vorbauschiene wird am Montageblock angesetzt und trägt an ihrem vorderen Ende die senkrecht stehende Visier- oder Skalenschiene. Auf dieser läuft der Visierschlitten mit dem Korntunnel, in das verschiedene Absehen (Korn, Fadenkreuz, Lochkorn, Zielstachel u.ä.) eingesetzt werden können. Die Länge der Vorbauschiene (und damit die Entfernung Auge-Korn) ist variabel. Die Einstellung des Visierwinkels erfolgt durch vertikale Verschiebung des Visierschlittens auf der Visier- oder Skalenschiene mittels einer Gewindegewinde- oder eines Spindeltriebs. Die Einstellung des Seitenwinkels erfolgt durch seitliche Verstellung des Korntunnels.

(2) Hier ist Visier- oder Skalenschiene integrierter Bestandteil des Montageblocks und verbleibt am Mittelteil. Auf ihr läuft ein vertikal verstellbarer Läuferblock zur Einstellung des Visierwinkels. Die Vorbauschiene (hier Ausleger genannt) ist oder wird an den Läuferblock montiert. Auf dem Ausleger befindet sich der Visierblock mit dem seitlich verstellbaren Korntunnel; er kann in variablem Abstand (s.o.) fixiert werden.

Qualitätsmerkmale sind: Präzision, Verarbeitung, mechanische Stabilität, Grob- und Feinjustierung aller Einstellungen, Gewicht, Bedienungskomfort und Zubehör.

2.5 Die Stabilisatoren.

Stabilisatoren werden in unterschiedlichen Konfigurationen am Bogen angeschraubt und erfüllen 4 Funktionen:

(1) Sie ermöglichen es dem Schützen, den Bogen entsprechend seinen individuellen Bedürfnissen auszubalancieren (leichtes oder starkes Abkippen des Bogens, senkrechter Stand nach dem Abschluß usw.),

(2) verschaffen dem Pfeil eine stabilere Abschlußplattform, indem sie die Vibrationen und Schwingungen auffangen, die von den Wurfarmen in das Mittelstück laufen,

(3) reduzieren die Eigenbewegung des Bogens im Augenblick des Abschusses. Diese Bewegung verläuft nicht linear (wie der Rückstoß eines Gewehres), sondern aufgrund der vielfältigen auf den Bogen einwirkenden Kräfte (Abschußdruck der Hand, Löseimpuls, Abfangen der Sehne usw.) in stark ellipsoider Form,

(4) erhöhen in das Eigengewicht des Bogens und lassen ihn dadurch ruhiger in der Hand stehen, insbesondere bei Wind.

Stabilisatoren bestehen vorwiegend aus einem einzelnen, zylindrischen oder konischen Rohr (Aluminium, Karbon oder karbonummanteltem Aluminium) mit einem Stabilisatorkopf, dessen Gewicht variabel ist; besonders exklusive Modelle verfügen über hydraulische Dämpfungssysteme. Im Trend liegt eine Bauart, bei der mehrere parallel angeordnete, dünne Karbonstäbe durch eine variable Anzahl in Längsrichtung verschiebbarer Gewichte verbunden sind. Stabilisatoren werden wie folgt verwandt:

Der Monostabilisator wird am Rücken des Mittelteils unterhalb des Griffes angeschraubt und ragt mit einer Länge von 26" bis 49" gegen das Ziel. Ursprünglich wurde er als Einzelstabilisator eingesetzt. Da er aber ein hohes Kippmoment erzeugt, wird er meist in Verbindung mit Querstabilisatoren verwendet, da nur diese das starke Kippmoment abfangen können. Er wird stets ohne TFC (s.u.) eingesetzt.

Die Konterstabilisatoren werden mit TFC's oder mit sogenannten dampfern verwendet. Als Querstabilisatoren erlauben sie das genaue, vertikale Ausbalancieren des Bogens (Kippmoment) und dämpfen die Eigenschwingung des Monostabilisators. Als Frontstabilisatoren dämpfen sie den Abschlußchock der Wurfarme. Ihre Länge beträgt 8" bis 14".

TFC's werden zwischen Stabilisatoren und die Spinne, damper am äußeren Ende der Stabilisatoren geschraubt und dämpfen deren Vibration.

Die Spinne (das Stabilisatoren-Trägerelement) wird unterhalb des Griffes mit dem Rücken des Mittelteils verschraubt und nimmt den Monostabilisator und die Querstabilisatoren auf. Mit Hilfe eines Zwischenstücks, dem Spinnenvorbau, kann sie nach vorne verlagert werden.

Die häufigste Stabilisatorenkonfiguration besteht aus Spinnenvorbau, Spinne, Monostabilisator, zwei Querstabilisatoren und einem Frontstabilisator am oberen, stärker arbeitenden Wurfarm.

3. Die Sehne und der Nockpunkt.

3.1 Die Sehne.

Die Sehne verbindet und synchronisiert die Wurfarme des Bogens; sie überträgt die Leistung der Wurfarme auf den Pfeil. Im Idealfall sollte dies verlustfrei erfolgen. Gibt der Schütze beim Lösen die Sehne frei, schnellen die Wurfarme nach vorne und werden durch die Sehne auf der Spannhöhe abgefangen. Dabei entstehen Stoßwellen, die den Bogen zerstören können. Um diese Stoßwellen zu dämpfen, bzw. abzufangen, muß die Sehne eine gewisse Elastizität besitzen. Der Maßstab für diese Elastizität ist der Dehnungskoeffizient. Holzbogen erfordern einen größeren, Bogen mit Metallmitteleil ermöglichen einen kleineren Dehnungskoeffizienten.

Sehengarne werden aus Kunstfasern hergestellt. Für Holzbogen kommt nur Dacron (ein Polyamid) in Betracht, es sei denn, der Hersteller läßt ausdrücklich die Verwendung eines weiteren Sehnenmaterials mit geringerer Dehnung zu. Dacron hat, bei entsprechender Pflege, eine nahezu unbegrenzte Haltbarkeit; sein Dehnungskoeffizient läßt die Sehne möglichst verlustarm arbeiten, ohne den Bogen zu zerstören.

Bogen der oberen Preiskategorien (Metallmitteleil und verstärkte Wurfarmenden) vertragen, aufgrund ihrer größeren inneren Stabilität, Sehnen mit geringerem Dehnungskoeffizienten. Die Dehnung ist geringer, die Verluste bei der Energieübertragung sind kleiner. Ausgangsmaterialien sind Dyneema, HMPE, Polyethylen und Vectran. Die daraus gefertigten Sehengarne tragen Handelsnamen wie Astro Flight, Fast Flight Plus, Ultra Cam u.ä., wobei Zugfestigkeit, Dehnungskoeffizient und Fadenstärke, sowie Eignung für Recurve- oder Compoundbogen variieren. In der Tabelle auf der folgenden Seite werden die zur Zeit²² im Handel befindlichen Sehengarne (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) einander gegenüber gestellt. Die Vergleichskriterien sind Material und Fadenstärke.

²² www.brownellarchery.com/products

Material	Fadenstärke in inch	Empfohlene Strangzahl
Astro Flight	0.014	16
Xcel	0.014	20
Ultra Cam	0.014	16
TS Plus	0.014	20
D75 Thin	0.011	20
D 75	0.015	16
Fast Flight Plus	0.014	18
B-50	0.018	16

Sehnen bestehen aus einer unterschiedlichen Anzahl von Strängen. Die erforderliche Strangzahl der Sehne wird in Abhängigkeit vom Material durch das tatsächliche Bogenzuggewicht bestimmt. Innerhalb geringer Grenzen (1 bis 2 Stränge) stellt sie jedoch auch einen Kompromiß dar. Eine dickere Sehne ist langsamer, reagiert aber gutmütiger, eine dünnere wirft schneller, reagiert aber empfindlicher auf Lösefehler.

Die folgende Tabelle²³ soll einen Anhalt für die Strangzahl der besonders für Recurvebogen geeigneten Sehnengarne, bezogen auf das tatsächliche Bogenzuggewicht, bieten.

Tatsächliches Zuggewicht in lbs.	<i>B-50</i> Strangzahl	<i>Xcel</i> Strangzahl	<i>TS Plus</i> Strangzahl	<i>D 75</i> Strangzahl	<i>Fast Flight Plus</i> Strangzahl
< 25	10	14	14	10	12
30	12	16	16	12	14
40	14	18	18	14	16
50	16	20	20	16	18
> 50	18	22	22	18	20

Hinsichtlich der Fertigungstechnik unterscheidet man zwischen gespleißten und gewickelten Sehnen.

Gespleißte Sehnen werden in einem traditionellen Verfahren durch Verdrehen und Verflechten gleich langer Fadenbündel (Kardeele) angefertigt. Ihre berechnete Anwendung finden sie im Bereich des traditionellen Bogenschießens. Für den Recurvebogen (olympisch) werden aus-

²³ Empfohlene(s) Strangzahl / Material für den Recurvebogen

nahmslos gewickelte Sehnen, auch Endlossehnen genannt, eingesetzt. Ihre Herstellung ist relativ einfach. Gegenüber einer gespleißten Sehne bieten sie die Vorteile geringeren Gewichts und geringerer Dehnung. Sie werden angefertigt, indem der Faden um zwei Distanzhalter gewickelt wird, deren Abstand der Sehnenlänge entspricht; die gewünschte Strangzahl ergibt sich aus der Anzahl der Wicklungen multipliziert mit zwei. Die Stränge werden durch die Endwicklungen sowie die Mittelwicklung (hier wird später der Pfeil „genockt“) zusammengehalten. Für diese Wicklungen finden spezielle Wickelgarne unterschiedlicher Stärke Verwendung (siehe Fußnote 23), die im Prinzip aus den gleichen Materialien wie die Sehnengarne bestehen.

Da Sehnen üblicherweise stets im Uhrzeigersinn gewickelt sind, dürfen sie nur im Uhrzeigersinn gedreht werden - andernfalls lösen sich Mittel- und Endwicklungen. Die Sehnenaugen („Öhrchen“) sollten nicht größer als 2,5 cm sein. Bei handelsüblichen Sehnen sind die Sehnenaugen als Teil der Endwicklung umwickelt, generell zu groß und das obere Sehnenaugen verfügt über einen größeren Durchmesser als das untere. Umwickelte Sehnenaugen sind unverzichtbar, wenn die Nuten der Wurfarmenden scharfe Kanten und Druckstellen besitzen. Sind die Nuten jedoch sauber ausgearbeitet, sollte auf die Umwicklung der Sehnenaugen verzichtet werden, da sich nun das Sehnengarn besser in die Nuten schmiegt und der Druck gleichmäßig auf eine größere Auflagefläche verteilt wird. Ein Reißen der Sehne ist nicht zu befürchten; denn eine gute Sehne auf einem guten Bogen reißt nie an den Öhrchen, sondern allenfalls in der Mitte am Nockpunkt, wo die gesamte Energie zusammentrifft.

3.2 Der Nockpunkt.

Die Position des Pfeilnocks in der Energiemitte der Sehne wird durch den Nockpunkt markiert. Am weitesten verbreitet sind Klemmnockpunkte. Es sind z. T. mit Kunststoff gefütterte Metallösen, die mittels einer Klemmpunktzange auf die Mittelwicklung der Sehne gequetscht werden. Ihre Handhabung ist einfach und schnell, erfordert jedoch etwas Fingerspitzengefühl und Sorgfalt im Umgang mit der Nockpunktzange, um Beschädigungen der Mittelwicklung bzw. der Sehne zu vermeiden. Sie können einzeln oder paarweise verwendet werden. Wird nur einer verwendet, dann stets der obere, da der Pfeilnock durch das Gewicht der Pfeilspitze immer nach oben gedrückt wird.

Mononockpunkte sind einteilige Kunststoffhülsen mit Randbegrenzungen, zwischen denen der Pfeil, analog einer paarweisen Anordnung von Klemmnockpunkten, genockt wird. Sie sind in

den handelsüblichen Nockgrößen erhältlich. Vor Anfertigung der Endwicklung werden sie über die Sehne geschoben und in die Mittelwicklung eingearbeitet. Die Klemmwirkung des Pfeilnocks kann jedoch zu Problemen führen, da der Abstand der Nockflügel von Hersteller zu Hersteller differiert und die Passung sich als zu eng oder zu weit erweisen könnte. Eine weitere Bauart besteht aus zwei Halbschalen, die über der Sehne zusammengesetzt und in die Mittelwicklung eingearbeitet werden. Der Durchmesser dieser Nockpunkte ist auf die Verwendung von Nocks desselben Herstellers abgestimmt, was die Verwendung von Nocks anderer Hersteller problematisch machen kann. Für alle Mononockpunkte gilt, abgesehen von den eventuellen Problemen mit dem Klemmsitz, daß das Einarbeiten in die Mittelwicklung wesentlich aufwendiger ist, als das einfache Aufpressen und bei Bedarf ebenso einfache Entfernen von Klemmnockpunkten. Bei der Bestimmung und Veränderung der Nockpunktposition fällt dieser Aspekt besonders ins Gewicht.

Im Hinblick auf ihre Präzision sind gewickelte Nockpunkte unübertroffen. Deswegen verdient diese traditionelle Methode besondere Beachtung. Hier wird Wickelgarn um die Mittelwicklung gewickelt, verknotet und ggf. abschließend mit etwas Klebstoff gesichert.

Der Vollständigkeit halber sei noch der Kugelnockpunkt erwähnt, der zusammen mit dem Kugelnock ein System bildet. Im praktischen Einsatz mit dem FITA-Bogen ist es jedoch sehr selten anzutreffen.

4. Der Pfeil.

Der Pfeil ist ein integraler Bestandteil des Systems Bogen. Er trägt den Impuls den die Sehne auf ihn überträgt. Von besonderer Bedeutung ist das Verhalten des Pfeils beim Abschluß. Nach dem Lösen - und als dessen Folge - biegt sich der Pfeil während der Beschleunigungsphase zunächst vom Bogen weg, federt in die Gegenrichtung zurück und passiert exakt in dieser Gegenbiegung - sich quasi um den Bogen windend - das Bogenfenster²⁴. Dieser Vorgang wird als das „Paradoxon des Bogenschießens“ bezeichnet.

Das Problem besteht nun darin, die Biegefestigkeit des Pfeiles so zu bemessen, daß genau dieses Verhalten des Pfeiles erreicht wird. Dabei sollen die beiden Knoten der Pfeilschwingungen auf der Visierlinie liegen; die Pfeilschwingungen sollen so schnell als möglich abklingen. Die Lösung dieses Problems ist das Ermitteln des zutreffenden „dynamischen spines“. Er ist eine

²⁴ Easton Arrow Tuning; S. 3

Funktion der Parameter "Leistung des Bogens", "Gipfelzuggewicht", "Schaftmaterial", "Aufbau des Schaftes", "Pfeillänge" und "Gewicht der Pfeilspitze" - und in seiner Komplexität nur mit sehr großem Aufwand zu bestimmen.

In Annäherung kann die passende Schaftgröße über die Bestimmung des "statischen spines" (siehe Abschnitt 5.2) bestimmt und als spezifische Kodierung ermittelt werden.

4.1 Der Pfeilschaft

Entsprechend ihrem Material können Pfeilschäfte in drei Typen eingeteilt werden.

(1) Zylindrischen Aluminiumschäfte. Sie werden aus Legierungen von verschiedener Festigkeit, mit unterschiedlichen Gewichtstoleranzen und Richtgenauigkeiten gefertigt. Gewichtsklasse, Legierung, Richtgenauigkeit und Schaftgröße werden in Form eines Kodes auf dem Schaft angegeben. Sie zeichnen sich durch ihre große Stabilität und Richtgenauigkeit aus. Dieser Vorteil wird aber dadurch aufgehoben, daß sie sich verbiegen können. Andererseits sind sie recht robust und können wieder (einigermaßen) gerichtet werden. Aufgrund ihres relativ großen Durchmessers ist die Querschnittsbelastung geringer als bei den Karbon- und Aluminium/Karbonpfeilen. Daraus resultiert ein gutmütigeres Verhalten beim Abstimmen und gegenüber Schießfehlern. Dies und der relativ niedrige Preis machen ihre besondere Eignung für Anfänger aus.

(2) Zylindrischen Karbonschäfte. Sie bestehen aus verschiedenen Lagen von Karbonfasern, die mit Kunstharz verklebt werden. Ihre charakteristischen Merkmale sind geringeres Gewicht und kleinerer Durchmesser als vergleichbare Aluminiumschäfte. Geringeres Gewicht führt zu höherer Beschleunigung und höherer Anfangsgeschwindigkeit, kleinerer Durchmesser verringert den Luftwiderstand. Die höhere Anfangsgeschwindigkeit und der geringere Geschwindigkeitsverlust resultieren in einer flacheren Flugbahn, die Höhengewinn und Weitengewinn bedeutet. Schützen mit relativ schwachen Bogen werden dies zu schätzen wissen. Andererseits bedingt der geringere Schaftdurchmesser eine höhere Querschnittsbelastung. Diese bewirkt, daß der Pfeil sensibler reagiert, schwieriger abzustimmen ist und auf Schießfehler nicht so gutmütig reagiert wie ein Aluminiumpfeil.

(3) Aluminium/Karbonschäfte. Sie bestehen aus einem Aluminiumkernrohr, das mit verschiedenen Lagen von Karbonfasern ummantelt ist. Die Schäfte selbst sind zylindrisch oder bauchig (barreld), d.h. ausgehend von der Mitte verjüngt sich der Durchmesser gegen beide Enden des

Schaftes.

Aluminium/Karbonschäfte stehen an der Spitze der Preisskala. Diese Pfeile reagieren extrem sensibel und präzise. Verfehlt ein Aluminiumpfeil die Gruppe, kann der Aluminium/Karbonpfeil bei gleichem Schießfehler die Scheibe verfehlen. Daher können ihre positiven Eigenschaften m.E. nur von Spitzenschützen genutzt werden, die einen gleichmäßigen und ausgereiften Schießstil besitzen und fähig sind, die unbedingt erforderliche, exakte Feinabstimmung des Systems Bogen, Sehne und Pfeil durchzuführen. Gegen sie spricht ihr extrem hoher Preis.

Grundsätzlich haben alle 3 Typen ihre volle Daseinsberechtigung. Jeder Typ bietet Vor- und Nachteile im Hinblick auf den Zweck, das Können des Schützen, seine Ambitionen und seine Finanzkraft.

Der Vollständigkeit halber seien abschließend Schäfte aus GFK (glasfaserverstärktem Kunststoff) und Holz erwähnt.

4.2 Die Pfeilspitze

Pfeilspitzen erfüllen folgende drei Aufgaben:

- (1) Ihre Masse (Gewicht) beeinflusst das Biegeverhalten des Pfeiles.
- (2) Ihr Masse (Gewicht) verlagert den Masseschwerpunkt um einen gewissen Betrag (7 - 14 % der Pfeillänge) vor die Pfeilmitte und stabilisiert dadurch das Flugverhalten des Pfeiles.
- (3) Ihre aerodynamische Form reduziert den Luftwiderstand des Pfeiles.

Jeder der o.a. Schafttypen erfordert spezielle Spitzen in einteiliger oder/und mehrteiliger Ausführung, die in den Schaft eingeklebt werden.

Für Aluminiumpfeile werden in der Regel einteilige, speziell auf jede Schaftgröße abgestimmte Spitzen verwendet, die eine Schwerpunktverlagerung um 7% bis 9% bewirken.

Für Karbon- und Aluminium/Karbonpfeile sind einteilige Spitzen und zweiteilige Spitzen (Einsatzstift mit Gewinde und Schraubspitze) vorgesehen. Sie ermöglichen eine Schwerpunktverlagerung von 8% - 14%.

Einteilige Spitzen besitzen in der Regel ein fest definiertes Gewicht. Für bestimmte Schäfte sind jedoch einteilige Spitzen verfügbar, deren Einsatzstifte mit Bruchkerben versehen sind. Durch Abtrennen der Segmente kann das Spitzengewicht, in drei Stufen variiert werden.

Die mehrteiligen Spitzen ermöglichen eine vielfache Abstufung des Spitzengewichts, indem jeweils verschieden schwere Einsatzstifte mit verschiedenen schweren Schraubspitzen kombiniert

werden.

Zum Einkleben der Pfeilspitzen in Aluminiumschäfte hat sich aushärtender Heißkleber, in Karbonschäfte elastischer Heißkleber sehr bewährt. Seitens des Herstellers wird jedoch Zweikomponentenklebstoff empfohlen.

4.3 Der Nock

Der Nock hat die Aufgabe, den Impuls von der Sehne exakt axial auf den Pfeil zu übertragen. Darüber hinaus halten die Flügel des Nocks den Pfeil in einem Klemmsitz auf der Sehne. Der Abstand der beiden Nockflügel, die Nockbettöffnung, darf nicht zu eng sein, denn der genockte Pfeil muß sich bei einem leichten Schlag mit dem Finger gegen die Sehne von ihr lösen. Geschieht dies nicht, wird der Pfeilflug in schwerwiegender Weise gestört.

Es gibt zwei Arten von Nocks: Konusnocks und Stecknocks.

Der Konusnock ist ebenmäßig geformt, besitzt einen geraden Nockboden und symmetrische, stabile Nockflügel. Verschiedene Größen decken alle existierenden Schaftgrößen ab. Er ist universell einsetzbar; sowohl im Hinblick auf das Können des Schützen, als auch auf das Schaftmaterial. Er muß mit großer Sorgfalt auf den Nockkonus oder einen Konusadapter aufgeklebt werden, damit die Forderung nach einem präzisen, zentrischen Sitz erfüllt wird; nur dann kann ein optimaler, axialer Kraftfluß erfolgen.

Die Forderung nach einem präzisen zentrischen Sitz wird von den Stecknocks weitgehend erfüllt. Ein weiterer Vorteil der Stecknocks ist, daß sie mit unterschiedlich großen Nockbettöffnungen verfügbar sind, was wiederum zu einem optimalen Sehnensitz beiträgt.

Wird der Nock in den Schaft eingeschoben, handelt es sich um einen Einstecknock; er ist grundsätzlich für die Verwendung zusammen mit Aluminium- und Aluminium/Karbonschäften vorgesehen. Greift er in Form einer Hülse über den Schaft, so handelt es sich um einen Aufstecknock, der vorwiegend zusammen mit Karbonschäften Verwendung findet.

Der In/out-Nock ist eine Kombination von Einsteck- und Aufstecknock.

Der Pin-Nock wird auf einen Adapter aufgesteckt, der in den Pfeilschaft eingesetzt wird.

Bestimmte Materialien, aus denen transparente Stecknocks gefertigt sind, reagieren sehr empfindlich auf Lösungsmittel, die in den üblichen Klebstoffen enthalten sind. Stecknocks sollten deshalb, falls überhaupt erforderlich, nur mit lösungsmittelfreien Klebstoffen oder Teflonband montiert werden.

4.4 Die Befiederung

Das Flugverhalten des Pfeils wird durch seine Befiederung stabilisiert. Zwar würde ein perfekt abgestimmter Pfeil auch ohne Federn das Ziel treffen - wenn es nicht Umwelteinflüsse wie Windböen usw. gäbe, die seinen Flug destabilisieren. Deshalb sind die Federn des Pfeils eine wichtige aerodynamische Komponente.

Die stabilisierende Wirkung der Federn beruht einerseits auf dem Windfahnen effekt, andererseits versetzen sie den Pfeil in eine Rotation um die Längsachse. Der Windfahnen effekt wird umso stärker, je größer der Abstand der Federn vom Schwerpunkt des Pfeiles ist; d.h. eine kleine Feder erzielt für einen leichten bzw. kurzen Pfeil die gleiche Wirkung wie eine große Feder für einen schweren bzw. langen Pfeil. Je größer der Anstellwinkel der Federn ist, desto höher ist die Rotationsgeschwindigkeit. Dies bewirkt, daß sich der Pfeil schneller beruhigt - die Pfeilschwingungen klingen auf einer kürzeren Flugstrecke ab. Aber, ein großer Anstellwinkel wirkt sich durch den höheren Luftwiderstand negativ auf Geschwindigkeit und Flugweite des Pfeiles aus; d.h. ein schwerer Pfeil läßt einen relativ großen Anstellwinkel der Federn zu, ein leichter Pfeil erfordert einen kleinen.

Als Material stehen Naturfedern und Federn aus Kunststoff (PVC) zur Verfügung. Da Naturfedern speziellen Zwecken vorbehalten sind, soll hier nicht weiter auf sie eingegangen werden. Kunststofffedern in Parabolform sind die gebräuchlichsten, was ihre Wirkung, Handhabung, Haltbarkeit und Kosten anbetrifft.

Ihre Anwendung richtet sich nach folgenden Kriterien: Bei Aluminiumpfeilen werden die Federn mit einem Anstellwinkel von $\pm 2 - 3^\circ$, entsprechend der beabsichtigten Rotationsrichtung, aufgeklebt. Diese soll bei Rechtshandschützen im Uhrzeigersinn, bei Linkshandschützen gegen den Uhrzeigersinn erfolgen. Bei Karbon- und Aluminium/Karbonpfeilen werden die Federn entweder gerade oder mit einem Anstellwinkel von maximal $\pm 0,5^\circ$ gesetzt. Das hintere Ende der Federn soll einen Abstand von 25 - 32 mm²⁵ zum Nockboden haben, um zu verhindern, daß sie von den Fingern der Zughand beim Lösen berührt werden.

Die Federn sollen, insbesondere bei Karbonpfeilen, so leicht als möglich sein, um eine Verlagerung des Schwerpunktes zu minimieren. Eine Empfehlung für die erforderliche Federlänge in Abhängigkeit vom Schaftmaterial, der Pfeillänge und dem Zuggewicht bietet die nachstehende Tabelle:

²⁵ Easton Arrow Tuning; S. 20 ff.

Schaftmaterial	Pfeillänge in inch.	Zuggewicht in lbs.	Federlänge in mm
Aluminium	22 - 25	< 40	< 50
Aluminium	26 - 28	< 40	< 60
Aluminium	26 - 28	< 50	< 70
Aluminium	29 - 31	< 40	< 70
Aluminium	29 - 31	< 50	< 75
Karbon Aluminium/Karbon	22 - 27	< 50	< 40
Karbon Aluminium/Karbon	< 31	alle	< 55

Besondere Erwähnung verdienen die so genannten Spin Wings. Die spiralförmige Form der Federn soll dem Pfeil, obwohl sie axial gesetzt werden, eine extrem starke Rotation verleihen ohne den Luftwiderstand zu erhöhen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Federn werden sie mit beidseitigen Klebestreifen und Versiegelungsband befestigt. Aufgrund ihrer Befestigung und des hauchdünnen Materials (Mylar) sind sie jedoch anfällig für Beschädigungen. Ob die überlegene Stabilisierung des Pfeiles tatsächlich erreicht wird, mag dahin gestellt sein. Der behauptete, signifikante Weiten- und Höhengewinn ist m.E. eher auf ihr extrem geringes Gewicht in Verbindung mit den sehr leichten Karbon- und Aluminium/Karbonschäften zurückzuführen.

5. Die Pfeilauswahl.

„Probieren geht über Studieren“ wäre die schlechteste und teuerste Vorgehensweise auf der Suche nach dem passenden Pfeil. Abgesehen vom hohen Aufwand an Kosten und Zeit, führt sie zu einer ansehnlichen Sammlung ungeeigneter Pfeile, von denen allerdings der Fundus des Vereins profitieren könnte. Die Maxime sollte vielmehr lauten „Studieren der Pfeilauswahlta-bellen geht über Probieren“. Unter der Voraussetzung, daß sie richtig angewendet werden, sind sie eine wertvolle Hilfe, um mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit einen passenden Pfeil zu finden. Leider werden sie meistens gedankenlos benutzt; d.h. die Voraussetzungen und Vorga-ben, unter denen sie erstellt wurden, werden nicht beachtet. Dies führt unweigerlich zu falschen Ergebnissen. In den meisten Fällen ist der ermittelte Pfeilschaft zu steif; der Pfeil ist zu schwer, fliegt und trifft nicht.

5.1 Vorgaben der Auswahltabellen.

Die Pfeilauswahltabellen basieren auf Erfahrungswerten, die unter folgenden Ausgangsbedingungen²⁷ ermittelt wurden:

- (1) Moderne, qualitativ hochwertige Bogen (Karbonwurfarme).
- (2) Richtige Relation von Bogenlänge zu Auszuglänge.(Siehe Abs. 1.2)
- (3) Fast Flight Sehnen.
- (4) Gewicht der Spitzen wie in den Tabellen als Empfehlung angegeben.

Über Erfolg und Misserfolg der Schaftauswahl entscheidet also die Beantwortung der Frage, ob der eigene Bogen diese Bedingungen erfüllt oder nicht. Sie erfordert eine kritische, objektive und genaue Beurteilung des eigenen Bogens und die Ermittlung des in der Pfeilauswahltabelle verwendeten Begriffs „**Gipfelzuggewicht**“. Es ist die Differenz des **tatsächlichen Zuggewichtes** und der **Summe der Korrekturfaktoren K_1 , K_2 und K_3** .

K_1 berücksichtigt Qualität und Alter des Bogens, K_2 die Relation von Bogenlänge und Auszuglänge und K_3 das Material der Sehne.

Der so berechnete Wert entspricht nunmehr der in der Tabelle verwendeten Bezeichnung Gipfelzuggewicht. Die Wahrscheinlichkeit, den passenden Schaft gefunden zu haben, ist um ein Vielfaches gestiegen. Die endgültige Bestätigung muß aber der Blankschafttest bringen.

5.2 Ermittlung der Parameter und Pfeilschaftkalkulation.

Das folgende Beispiel zeigt die schematische Ermittlung der individuellen Parameter. Sie sind die Grundlage für die Anwendung des Easton Shaft Selector 2010 im Internet bzw. der Schaftauswahltabellen.

1. Mittelteil: *Hoyt GMX*
2. Wurfarme: *KAP T-Rex*
3. Technische Daten: **68" - 32# - 28"**

²⁷ Easton Arrow Tuning and Maintenance Guide 2010

4. Parameter:

4.1 Persönliche Auszuglänge (Entfernung Abschußpunkt - Nockboden):	<i>25 1/4"</i>
4.2 Korrekte Pfeillänge (Auszuglänge plus 1"):	<i>26 1/4"</i>
4.3 Tatsächliches Zuggewicht F_t (ausgewogen oder rechnerisch ermittelt):	<i>30 lbs.</i>

5. Korrekturgrößen:

K ₁	5.1 Karbon plus; Holz/Karbon/Fiberglaslaminat		0	
	5.2 Holz/Fiberglaslaminat		minus 3#	<i>- 3 lbs.</i>
	5.3 Holz/Fiberglaslaminat (ältere Bauart)		minus 4#	
	5.4 Holz, einfach		minus 5#	
K ₂	2" weniger als empf. Bogenl.: plus 1 - 2 lbs.	Empfohlene Bogenlänge 0	2" mehr als empf. Bogenl.: minus 1 - 2 lbs.	<i>- 1 lbs.</i>
K ₃	Fast Flight		minus 0#	<i>0 lbs.</i>
	Dacron und 5.1 und 5.2		minus 3#	
	Dacron und 5.3		minus 4#	
	Dacron und 5.4		minus 5#	

Summe der Korrekturgrößen K ₁ , K ₂ und K ₃	<i>- 4 lbs.</i>
--	-----------------

6. Kalkulation des wirksamen Zuggewichts:

Tatsächliches Zuggewicht F_t gem. o.a. Nr. 2.3	<i>30 lbs.</i>
minus Summe der Korrekturgrößen	<i>- 4 lbs.</i>
Gipfelzuggewicht F_w :	<i>26 lbs</i>

7. Gebrauch des Programms "*Shaft Selector*" (www.eastonarchery.com/products/selection-target) bzw. der Pfeilschaftauswahltabelle:

Die ermittelten Werte für das Gipfelzuggewicht und die Korrekte Pfeillänge in die Masken des Programms einsetzen bzw. in der Tabelle aufsuchen. Das Programm zeigt die ermittelte Gruppe an; in der Tabelle findet sich die Gruppe im Schnittpunkt von Spalte und Reihe in der die empfohlenen Pfeiltypen mit zutreffender Schaftgröße bzw. Spinewert aufgeführt sind.

8. Spitzengewicht:

Empfehlungen für Aluminium-, Karbon- und Aluminium/Karbonschäfte entsprechend dem Schaftmodell, der Schaftgröße bzw. dem Spinewert!

6. Das Abstimmen des Systems.

Im Idealfall bilden die bestimmenden Bezugsgrößen Schütze, Bogen, Sehne und Pfeil ein perfekt arbeitendes System. Das setzt voraus, daß die optimale Effizienz jeder Einzelkomponente den jeweils anderen Komponenten ihre optimale Effizienz ermöglicht. Um dies zu erreichen müssen die Werte der einzelnen Komponenten genau ermittelt und exakt auf einander abgestimmt werden. Dieser Prozeß erfolgt in mehreren Schritten. Die Vorbereitungen und Grundeinstellungen beziehen sich sowohl auf die vorschriftsmäßige Montage der einzelnen Komponenten als auch auf deren Justierungen. Ihnen folgt die erste GrobAbstimmung, die in weiteren Stufen verfeinert werden kann.

6.1 Die Grundeinstellungen.

a) Kontrollen: Liegen die Sehnenaugen und die Endwicklungen mittig in den Wurfarmnuten? Fluchten die Wurfarme mit der Mittellinie des Bogens, d.h. verläuft die aufgespannte Sehne in der Mitte der Wurfarme? (Diese optische Überprüfung wird mittels der Sehnenzentriermarken durchgeführt). Verläuft die Skalenschiene des Visiers parallel zur Mittellinie des Bogens (Sehne)?

Ist die Sehne warm? Ggf. vordehnen oder warmreiben.

b) Einstellungen:

- Die Pfeile: Die Auswahl wurde, wie in Abschnitt 5 beschrieben, getroffen.
- Die Sehne: Material, Strangzahl und Länge wie in Abschnitt 3 beschrieben.
- Die Spannhöhe: Entsprechend der folgenden Tabelle²⁸:

Bogenlänge	Spannhöhe
64"	20,5 - 22,0 cm
66"	21,0 - 22,8 cm
68"	21,5 - 23,5 cm
70"	22,0 - 24,0 cm

²⁸ Angaben der Hersteller

- Der Tiller: 3 bis 6 mm.
- Die Nockpunktüberhöhung: 12 mm (gemessen zum unteren Rand des Nockpunktes)²⁹.
- Die seitliche Ausrichtung des Pfeiles: An der Pfeilspitze weicht die Längsachse des Pfeiles ca. 1,6 - 3,2 mm³⁰ von der Längsachse des Bogens ab; bei Rechtshandschützen nach links, bei Linkshandschützen nach rechts. Die Messung erfolgt optisch, wobei die Längsachse des Bogens durch die über die Sehnenzentriermarken geführte Sehne repräsentiert wird.
- Die Pfeilanlage (button): Der Pfeil liegt mit seinem Durchmesser exakt im Mittelpunkt des Buttonkopfes an³¹.
- Die Pfeilauflage: Der Auflagefinger hält den Pfeil exakt unter dem Mittelpunkt bzw. der Achse des Buttonkopfes³².
- Die Länge des Auflagefingers: Der Auflagefinger schneidet exakt mit dem Durchmesser des Pfeiles ab und ragt nicht darüber hinaus³³.
- Die Federspannung des buttons wird auf einen mittleren Wert eingestellt³⁴.
- Der Klicker: Die Position des Klickers entspricht der korrekten Pfeillänge plus Länge der Spitze. Dabei ist darauf zu achten, daß die Federspannung nicht zu hoch ist.
- Die Visiereinstellung: Das Korn des Visiers wird im Abstand Ankerpunkt-Auge senkrecht über den Pfeil gesetzt.

²⁹ Easton Arrow Tuning; S. 2

³⁰ Ebenda, S. 3

³¹ Ebenda, S. 4

³² Ebenda.

³³ Ebenda.

³⁴ Ebenda.

6.2 Die Grundabstimmung

Es gibt mehrere verschiedene Verfahren, um die Grundabstimmung durchzuführen, d.h. unerwünschte Pfeilschwingungen zu verhindern und so das „Reiten“ und „Schwänzeln“ des Pfeiles auszuschließen. Alle führen zum Erfolg, gehen aber von unterschiedlichen Bedingungen hinsichtlich des Könnens des Schützen und dem erforderlichen Aufwand aus. Zunächst wird der Blankschafttest, m.E. das effektivste Verfahren, ausführlich beschrieben werden. Im Anschluß werden zwei weitere Methoden kurz skizziert.

Der Blankschafttest³⁵ beruht auf dem Vergleich der Trefferlage von 3 befiederten und einem unbefiederten Pfeil, dem Blankschaft. Mit seiner Hilfe soll festgestellt werden, ob der Pfeil reitet, d.h. ob die Nockpunktüberhöhung richtig eingestellt ist oder/und ob der Pfeil schwänzelt, d.h. ob die Biegefestigkeit des Pfeiles richtig bemessen ist.

Die Nockpunktüberhöhung wird ermittelt, indem die drei befiederten Pfeile und der Blankschaft aus 10 m, besser 18 m Entfernung - mit stets gleichem Haltepunkt - auf die Scheibe geschossen werden. Liegt der Treffpunkt des Blankschaftes innerhalb der Gruppe der befiederten Pfeile, stimmt die Nockpunktüberhöhung. Liegt er jedoch darüber oder darunter, muß die Nockpunktüberhöhung gemäß der u.a. Tabelle korrigiert werden. Eine leichte Abweichung nach unten kann akzeptiert werden, eine Abweichung nach oben jedoch keinesfalls. Die seitliche Abweichung ist hierbei zunächst völlig nebensächlich.

Lage des Blankschafts in Relation zur Gruppe	Fehlerursache	Korrektur
tief	Nockpunkt zu hoch	Nockpunkt tiefer setzen
hoch	Nockpunkt zu tief	Nockpunkt höher setzen

Die Überprüfung des seitlichen Biegeverhaltens erfolgt analog dem o.a. Vorgehen, nur wird diesmal die seitliche Abweichung gemäß der u.a. Tabelle ausgewertet. Die u.a. Angaben gelten für Rechtshandschützen; für Linkshandschützen gelten sie seitenverkehrt.

³⁵ Easton Arrow Tuning; S. 4 ff.

Lage des Blankschaftes bezogen auf die Gruppe:	Korrektur:	Pfeil reagiert:	Wirkung:
Abweichung nach links: Pfeil ist zu steif	<u>Button:</u> Federdruck reduzieren. Flachere Federkennlinie. Degressive Federkennlinie.	weicher	2
	<u>Sehne:</u> Strangzahl reduzieren. Härteres Sehnenmaterial. Windungszahl reduzieren.		2
	<u>Pfeil:</u> Nächst weichere Schaftgröße. Spitzengewicht erhöhen.		1
	<u>Bogen:</u> Zugkraft erhöhen. Langsamere Wurfarme.		1
Abweichung nach rechts: Pfeil ist zu weich	<u>Button:</u> Federdruck erhöhen. Steilere Federkennlinie. Progressive Federkennlinie.	steifer	2
	<u>Sehne:</u> Strangzahl erhöhen. Weicheres Sehnenmaterial. Windungszahl erhöhen.		2
	<u>Pfeil:</u> Nächst härtere Schaftgröße. Spitzengewicht reduzieren.		1
	<u>Bogen:</u> Zugkraft reduzieren. Schnellere Wurfarme.		1

Wirkung: 1 = stark (± 1 Schaftgröße), 2 und 3 geringer. (innerhalb einer Schaftgröße)

Die zweite Methode ist der Papierbogentest³⁶. Ein Holzrahmen mit dem Maßen der Auflage wird mit Papier bespannt und ca. 1,5 m vor der Scheibe aufgestellt; seine Mitte soll sich in Schulterhöhe befinden. Aus einer Entfernung von ca. 1,5 m vor dem Papierrahmen wird nun ein befiederter Pfeil waagrecht durch das Papier geschossen. Dabei hinterläßt der Pfeil ein charakteristisches Durchschußmuster, das bezüglich der Nockpunktüberhöhung und des Biegeverhaltens des Pfeiles interpretiert werden kann.

Der Vollständigkeit halber sei eine sehr interessante Methode erwähnt, die allerdings sehr hohes Können voraussetzt. Die Nockpunktüberhöhung wird mit dem Blankschafttest ermittelt. Anschließend wird mit 7 befiederten Pfeilen sowohl deren Biegeverhalten als auch deren seitliche Ausrichtung durch die Pfeilanlage (Buttondruck und Buttonhöhe) geprüft. Dabei wird, ohne die

³⁶ Easton Arrow Tuning; S. 7 ff.

Visiereinstellung für 15 m zu verändern, je 1 Pfeil aus 5, 10, 15, 20, 25, 30 und 35 m Entfernung auf einen Zielpunkt 20 cm unterhalb des oberen Scheibenrandes geschossen. Das so entstandene Trefferbild, eine senkrechte Gerade, eine nach links oder rechts unten verlaufende Diagonale, oder eine nach links oder rechts unten, nach außen gewölbte Linie wird im Hinblick auf das Biegeverhalten und die axiale Ausrichtung des Pfeiles interpretiert.

6.3 Optimieren der Grundabstimmung.

Zunächst sollte das Verhältnis von Tillereinstellung³⁷ und die Nockpunktüberhöhung optimiert werden. Die erwünschte Statische Balance ist erreicht, wenn der Blankschaft mit möglichst tief sitzendem Nockpunkt auf 30 m Entfernung in der Gruppe liegt. (Tillerbereich von 4 mm - 10 mm).

Maß- nahme Betr. Parameter	Zugkraft erhöhen am oberen Wur- farm	Zugkraft reduzie- ren am oberen Wurfarm	Zugkraft erhöhen am unteren Wur- farm	Zugkraft reduzie- ren am unteren Wurfarm
Tiller oben	wird kleiner	wird größer	wird größer	wird kleiner
Tiller unten	wird größer	wird kleiner	wird kleiner	wird größer
Kraftmitte bzw. Nockpunkt	wird nach oben verlagert	wird nach unten verlagert	wird nach unten verlagert	wird nach oben ver- lagert
Standhöhe	wird kleiner	wird größer	wird kleiner	wird größer
Zugkraft	steigt	nimmt ab	steigt	nimmt ab

³⁷ Grundvoraussetzung ist die exakte Einstellung und Einhaltung der Standhöhe. Jede Abweichung vom exakten Wert der Standhöhe bewirkt zwangsläufig eine Änderung des Tillers.

Basierend auf der Auswertung der Gruppierung von 6 befiederten Pfeilen und dem Klang des Bogens kann nun die optimale Standhöhe ermittelt werden.

Schritt	Standhöhe bei Bogenlänge:	Gruppierung und Klang	weiter mit Schritt
1	<u>Ausgangswert notieren</u>	auswerten u. notieren	2
2	erhöhen um jeweils 6 Umdrehungen der Sehne	auswerten u. notieren	3
3 - n	erhöhen um jeweils 6 Umdrehungen der Sehne	auswerten u. notieren	n
n	erhöhen bis zur max. Standhöhe bei Bogenlänge: 64": 22,0cm, 66": 22,8cm, 68": 23,5cm, 70": 24,0cm.	Streuung setzt ein und/oder Bogen klingt rauh o. knallt	5
5	<u>zurücksetzen auf den Ausgangswert</u>	XXX	6
6	reduzieren um jeweils 6 Umdrehungen der Sehne	auswerten u. notieren	7
7 - n	reduzieren um jeweils 6 Umdrehungen der Sehne	auswerten u. notieren	n
n	reduzieren bis zur min. Standhöhe bei Bogenlänge: 64": 20,5cm, 66": 21,0cm, 68": 21,5cm, 70": 22,0cm.	Streuung setzt ein und/oder Bogen klingt rauh o. knallt	8
8	XXX	Beste Gruppierung bei sattem Klang des Bogens auswählen und die entsprechende Standhöhe festsetzen.	XXX

Bei der Standhöhenverstellung, bzw. Längenmodifizierung der Sehne, sind die Werte der u.a. Tabelle unbedingt zu beachten:

Bogenlänge	Maximale Bandbreite der Spannhöhe ³⁸
64"	19,7 cm - 22,9 cm
66"	20,3 cm - 23,5 cm
68"	21 cm - 24,1 cm
70"	21,6 cm - 24,8 cm

³⁸ Easton Arrow Tuning; S. 11

6.4 Die Feinabstimmung.

Grundlage ist die Auswertung der Gruppierung von 6 befiederten Pfeilen auf 50 m (70 m) Entfernung.

Schritt	Buttonfederdruck	Gruppierung	weiter mit Schritt
1	<u>Ausgangswert notieren</u>	XXX	2
2	erhöhen (jeweils um 1/2 Umdrehung).	auswerten u. notieren.	3
3 - n	erhöhen.	auswerten u. notieren.	n
n	erhöhen.	Streuung setzt ein.	4
4	<u>Zurücksetzen auf den Ausgangswert</u>	XXX	5
5	reduzieren (jeweils um 1/2 Umdrehung).	auswerten u. notieren	6
6 - n	reduzieren.	auswerten u. notieren	n
n	reduzieren.	Streuung setzt ein	7
7	XXX	Beste Gruppierung auswählen und den Buttonfederdruck auf dieser Einstellung festlegen.	XXX

Grobtuning auf 18 m Entfernung wiederholen und die nunmehr eventuell abweichende Position des Blankschaftes dokumentieren. Sie ist der Bezugspunkt für ein eventuell erforderlich werdendes Schnellabstimmen.

Quellenangaben:

Brockhaus, 1986, Vorauslexikon in fünf Bänden zur Brockhaus Enzyklopädie 19te Auflage. Mannheim: Brockhaus

Easton Arrow Tuning And Maintenance Guide. 2010, Salt Lake City: Easton. (www.eastonarchery.com/download/software)

Paul E. Klopsteg: Turkish Archery and the Composite Bow. Simon Archery Foundation. The University, Manchester , 1987, M139PL, England.

Trapp, Wolfgang, 1992, Kleines Handbuch der Maße, Zahlen, Gewichte und der Zeitrechnung. Stuttgart: Philipp Reclam jun.

Williams, John,C., 1989, Lehrbuch des Bogensports. Berlin: Weinmann.