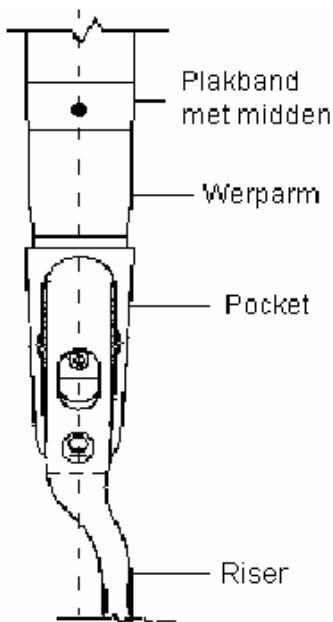


Over het afstellen van recurve bogen

Er zijn zeer veel instellingen of parameters die gevarieerd kunnen worden tijdens het afstellen van een boog, zoals hoever de pijl naar links of naar rechts wijst, de buttonspanning, de peeshoogte etc, etc. Juist omdat er veel parameters gewijzigd kunnen worden, is mijn ervaring dat de grote lijn over het hoofd wordt gezien en men vaak zich verliest in details. Het gepriegel met kleine schroefjes en imbus-schroefjes wordt een hoofdzaak in plaats van een goede vergevings gezinde afstelling. Verander geen meerdere factoren tegelijk, veel parameters hebben een interactie met elkaar. Alhoewel een afstelling of tuning persoons afhankelijk is, is het raadzaam om de richtlijnen of aanbevelingen, die in de handleiding van de boog staan, zo nauwkeurig mogelijk op te volgen. Noteer de afstellingen zodat er altijd op de oude afstelling kan worden terug gevallen. Monteer alle accessoires, zoals stabilisatoren, etc voordat er met afstellen wordt begonnen. Een set identieke en rechte pijlen is van groot belang tijdens het afstellen. Verander geen meerdere factoren tegelijk, veel parameters hebben een interactie met elkaar (ik kom hier aan het eind van het artikel nog op terug). Schrijf alle veranderingen en nieuwe instellingen nauwkeurig op zodat er altijd op de oude afstelling kan worden terug gevallen. Draag tijdens het afstellen strakke kleding, het zal niet de eerste keer zijn dat er verkeerde conclusies getrokken worden doordat de pijlvlucht beïnvloed wordt doordat de pees achter een mouw blijft hangen. Last but not least, de weersomstandigheden tijdens het afstellen zijn belangrijk, een winderige of regenachtige dag zijn geen goede omstandigheden voor het afstellen van een boog. Voordat er met het eigenlijke afstellen begonnen kan worden moet de boog zelf eerst afgesteld worden. Dit instellen wordt de start instelling genoemd. Alle voorbeelden in dit artikel, zowel in de tekst als in de illustraties zijn van toepassing op een rechtshandige boog.

De start instelling



Tek1

De start instelling kan in een aantal stappen worden verdeeld. Er wordt begonnen met het centreren van de werparmen. Hierdoor kan gecontroleerd of de boog recht is.

1. Werparmen centering

Het midden van het middenstuk en werparmen is het eerste dat bepaald moet worden. Plak op de bovenste werparm 8 tot 10 centimeter boven het middenstuk een stukje plakband en markeer het midden van de werparmen met een viltstift. Doe hetzelfde met de onderste werparm (zie tekening 1).

Een gemakkelijk hulpmiddel om het midden van de werparmen te bepalen zijn de zgn. Beiter limb line gauges. Deze kunnen snel op de werparmen (in het schuttersjargon ook wel "latten" genoemd) worden geklikt waardoor het midden eenvoudig gevonden kan worden.

Ga achter de boog staan en breng de pees en de twee viltstiftpunten in (een) lijn. Is dit niet mogelijk, dan zitten de latten scheef in het middenstuk of is het middenstuk iets getordeerd. Indien de boog is voorzien van verstelbare limb pockets kunnen de latten vrij eenvoudig gecentreerd worden (zie de handleiding van de boog of het artikel van Denise Parker [3]. Indien de pees en de latten niet in een lijn te krijgen zijn, moet gekeken worden of bijv. de tips netjes zijn afgewerkt. Soms is het nodig om de tips iets uit te vijlen om een goede centering te krijgen. Indien de centering niet 100% perfect is geeft dit volgens Mc Kinney [2] meestal geen problemen.

De volgende stap is:

2. Pijlcentering

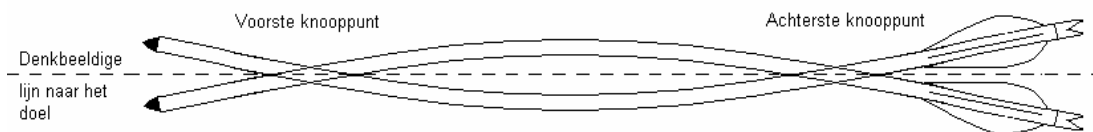
De button wordt nu zover naar buiten gedraaid dat de pijl van achteren gezien 3/4 tot 1 pijldikte naar buiten wijst (zie tekening 2). Tijdens het bepalen van de mate waarin de pijl naar buiten wijst, is het belangrijk dat de pees precies over het midden van de werparmen loopt. Door het explosieve karakter waarmee de pees naar voren snelt tijdens het lossen, zijn de relatief trage vingers niet in staat de pees over de vingertoppen recht vooruit te laten bewegen. Door het langzaam open gaan van de trekvingers wordt de achterkant van de pijl iets naar buiten gedrukt, hierdoor wordt de voorkant van de pijl tegen de button aan gedrukt. Tegelijkertijd wordt door de massa traagheid van de pijlpunt de pijlpunt als het ware even vast gehouden. Hierdoor wordt de pijlschacht gebogen, en komt de pijlschacht in trilling. Tijdens de pijlvlucht beweegt de pijlschacht heen en weer (zie onderstaande tekening.) Op onderstaande tekening is te zien dat er twee punten zijn (de knopen) op de pijlschacht die "vast liggen". Het doel van tuning is de knooppunten vanaf het moment dat de pijl van de pees loskomt, gedurende de gehele pijlvlucht in een rechte lijn met het doel te krijgen.

Recurve Boog



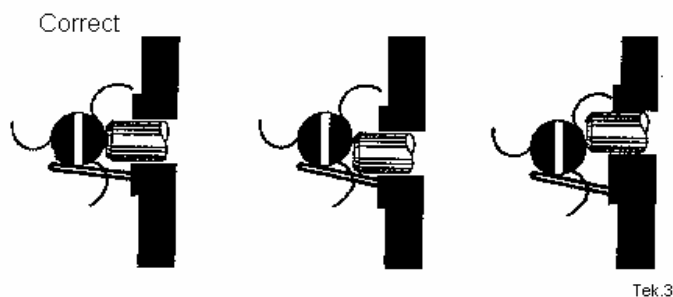
**Pees uitgelijnd op
midden v/d latten**

Tek. 2



De volgende stap is 3. Positie van de pijlsteun t.o.v. de button en/of de pijl

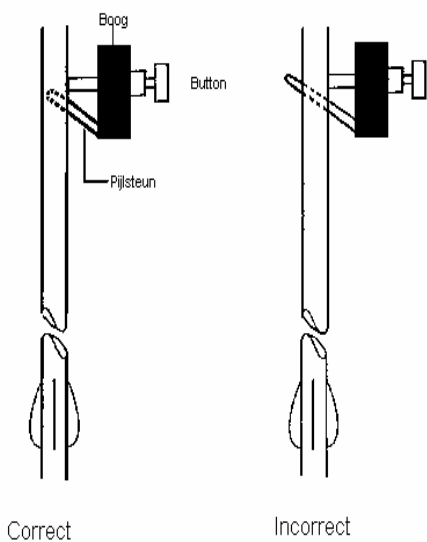
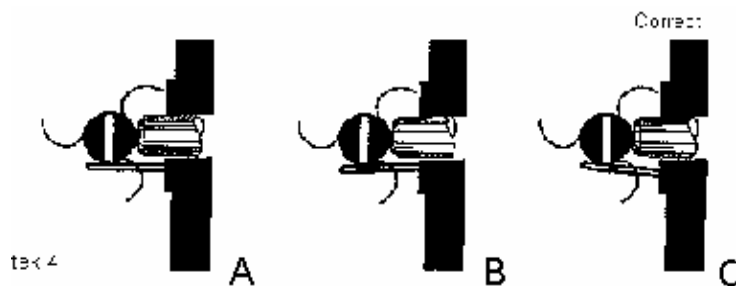
Monteer de pijlsteun zodanig dat de pijl tegen het midden van de button rust (zie tekening 3). Door inkt of lippenstift op de pijl aan te brengen kan eenvoudig gecontroleerd worden of de pijl tegen het midden van de button rust. Een te hoge positionering kan er voor zorgen dat de pijl op de button wordt gewipt tijdens uittrekken. Een te lage positionering geeft kans op beïnvloeding van de pijlvlucht. Zorg er voor de button stevig is vast gedraaid, een losse button geeft veel spreiding, evenals een loszittend teflondrukpunt dat bij sommige buttons op de buttonas is geschroefd.



Tek.3

Pijlsteun

De pijlsteun moet een paar graden omhoog wijzen, zodat de pijl als het ware tegen de button aanvalt (zie tekening 4). Indien de pijlsteun iets naar beneden wijst (b) kan de pijl van de pijlsteun glijden wanneer de pijl door de klikker wordt getrokken. Een horizontale positionering (a) geeft door een instabiele ligging van de pijl een mindere groepering dan een iets omhoog wijzende pijlsteun (c)



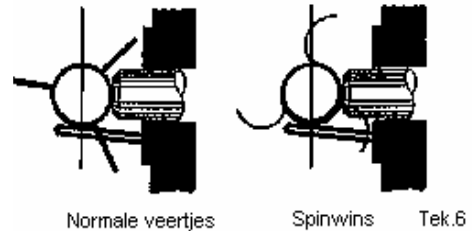
Tek.5

De pijlsteun mag als het even kan niet buiten de pijl uitsteken (zie tekening 5). Dit kan de pijvlucht, tijdens de passage van het middenstuk, negatief beïnvloeden vooral in het horizontale vlak. Indien de pijlsteun te gemakkelijk naar beneden gedrukt kan worden, kan dit spreiding in het verticale vlak geven door verschillen in vingerspanning op de pees. Vooral de lichte carbon pijlen zijn hier gevoelig voor. Dit pleit voor een stijve pijloplegger en een zorgvuldige vingerzetting!

Positie van de veren is stap 5

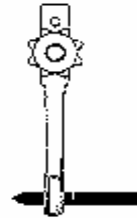
Tekening 6 laat de meest gebruikte positie van de veren zien.

Zorg er voor dat de veren de pijlsteun of button niet raken. Dit beïnvloedt de pijvlucht en vooral de groepering op korte afstanden negatief. Door iets lippenstift of inkt op de veren aan te brengen kan gecontroleerd worden of de veren de pijlsteun en/of button raken. Indien er iets lippenstift op pijlsteun of button achter blijft moet de nok iets verdraaid worden. Helpt dit niet dan moet gekeken worden naar maatregelen die de pijlpassage verbeteren, zoals bijv. kleinere veren.



6. Klikker

De klikker kan het best een hoek van 90° met de pijl maken. Mogelijke verschillen in vingerspanning worden zo minder snel afgestraft. De klikker mag niet zo stijf zijn dat de button wordt ingedrukt door de klikker.



7. Statische tiller afstelling

Doordat de grip niet samenvalt met het middelpunt van de boog moet er een verschil zijn in afstand tussen de pees en de beide werparmen boven en onder aan het middenstuk. Dit verschil in afstand wordt 'tiller' genoemd. De statische tiller kan eenvoudig met een peeshaak gemeten worden en is het verschil in afstand tussen de bovenste werparm tot de pees en de onderste werparm tot de pees. De statische tillering is slechts een controlebaar getal om de basisafstelling nalopen. De meeste boogproducenten bevelen een tiller verschil van 1/8 inch tot 1/4 inch aan. De statische tillering heeft invloed op de stabiliteit van het middenstuk tijdens de pijllancering. Tijdens de pijllancering is het belangrijk dat het middenstuk zo stabiel mogelijk is. Het middenstuk kan gezien worden als lanceerplatform dat het langst contact heeft met de pijl. Om een indruk van de stabiliteit te krijgen kan men de volgende procedure te volgen. Ga op 10 meter afstand staan terwijl men richt op een 40 cm blazoen. Richt de korrel op het geel en trek erg langzaam de boog uit naar het ankerpunt zonder de trekhand omhoog of naar beneden trekken. Langzaam uittrekken is het devies anders kan men niet(s) waarnemen. Indien de korrel omhoog beweegt tijdens het uittrekken moet de afstand onderste werparm en de pees verlaagd worden (draai de onderste werparm omhoog in poundage of verlaag de bovenste werparm in poundage). Wanneer de korrel naar beneden beweegt moet de afstand de onderste werparm en pees verhoogd worden. Indien de korrel na genoeg stil blijft staan is de statische tillering goed. Uit voorafgaande blijkt dat tillering vooral invloed uitoefent op de hoek waaronder het middenstuk zijn positie t.o.v. de werparmen inneemt. Ook heeft dit gevolgen op het drukpunt van de hand in de greep en dus op de dynamiek van de boog. Dit betekent dat e.e.a. ook invloed heeft op de nokpunt hoogte!

Stap 8 behandelt de peeshoogte.

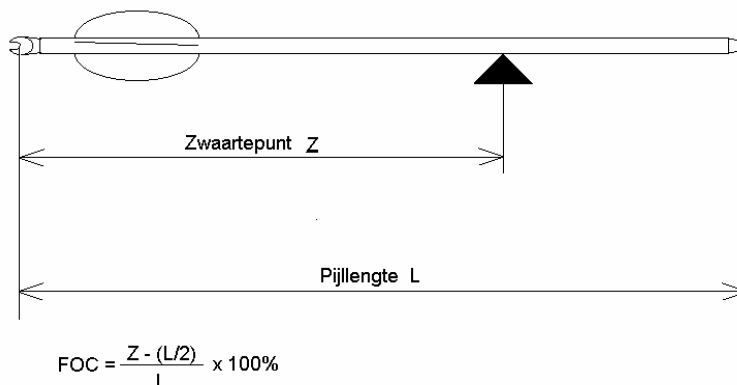
De peeshoogte is de afstand van de pees tot het diepste punt in het handvat, het pivotpoint. De peeshoogte bepaalt voor een belangrijke mate het rendement van de boog. Indien de fabrikant van de boog geen optimale peeshoogte opgeeft kan onderstaande tabel worden gebruikt. De genoemde peeshoogten zijn geen absolute waarden maar kunnen als startpunt voor verdere optimalisatie gebruikt worden. Het moment dat de pijl de pees verlaat wordt bepaald door de peeshoogte. De pees beweegt met een slinger beweging naar voren waardoor het erg belangrijk is dat de pijl op het juiste moment de pees verlaat. Een indicatie voor onjuiste peeshoogte is een scherp hoog geluid na lossen, ofschoon dit ook een andere kan hebben, zoals een onjuiste werparmcentering of een interference van de pees met bijv. een kledingstuk. Een goede peeshoogte geeft mooi harmonisch geluid en een aanmerkelijk betere groepering. Voor een optimale pijlpassage is het erg belangrijk, dat de pijl op het juiste moment de pees verlaat. Experimenteren is dus het devies.

Booglengte (inch)	Pees hoogte (cm)
64	19.5-21.0
66	20.5-21.5
67	21.5-22.5
68	22.0-23.0
69	22.5-23.5
70	23.0-24.0

De boog als systeem is nu globaal ingesteld, het selecteren van een passende pijl is de volgende stap.

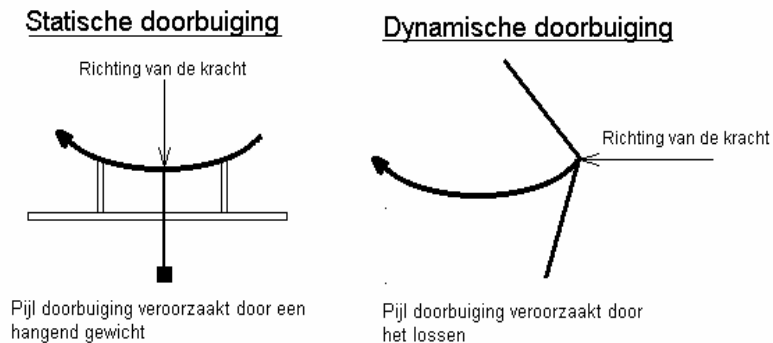
9 Pijlkeuze.

Bepaal de trek lengte en het werkelijke trekgewicht van de boog. Met deze gegevens kan met behulp van de Easton pijlkeuzetabel een pijl worden uitgezocht. Zorg er voor dat het front of center (FOC) overeen komt met de richtlijnen voor die pijl (voor de berekening van de FOC zie onderstaande tekening). De Easton tabel is een goed startpunt, in de praktijk kan de pijl toch te stijf of te slap zijn. Dit verschil kan worden veroorzaakt doordat er een verschil is in dynamische en statische doorbuiging. De statische doorbuiging (die in de pijlkeuzetabel wordt gebruikt) wordt bepaald door een gewicht van 879,9 gram aan de schacht te hangen die ondersteund wordt door twee steuntjes op 1 inch afstand van de pijluiteinden (zie onderstaande tekening).



Het verschil tussen statische en dynamische doorbuiging wordt veroorzaakt door de krachten die de doorbuiging (oscillatie) in de pijl veroorzaken. De dynamische doorbuiging geschiedt door krachten die in grootte, richting en snelheid verschillen van de krachten die de statische doorbuiging veroorzaken (zie onder staande tekening).

De dynamische doorbuiging wordt door veel factoren bepaald, de wijze waarop de pijl gelost wordt, de peesmassa, stabilisatie, nokspanning, massa van de pijlpunt, massa van de veertjes, de mate waarin de pijl naar buiten wijst, etc, etc.



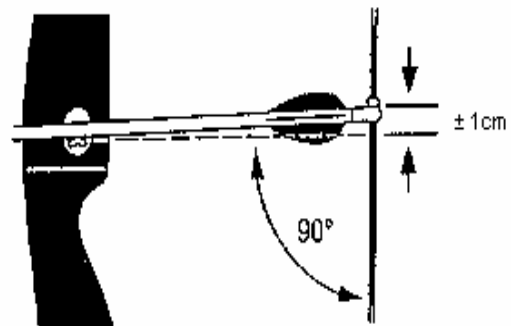
De voorbereidingen zijn nu afgerond en het eigenlijke tuningsproces waarbij de sporter in het spel komt kan beginnen. Het bepalen van het dynamische midden of nokpunthoogte heeft de eerste prioriteit. De zogenaamde Kale Pijl Methode wordt gebruikt voor het bepalen van het nokpunt. Met deze methode kan ook de globale afstelling van de buttonspanning worden vastgesteld. Voordat met de Kale Pijl Methode wordt begonnen wordt gecontroleerd of de pijl een vrij passage langs het middenstuk heeft. Hoer je tijdens de pijllancering een hard 'slaand' geluid dan slaat de pijl waarschijnlijk ergens tegen het boogvenster aan. Dit kan gecontroleerd worden door lippenstift op de veren aan te brengen. Een andere manier is het bepoederen van het middenstuk ter hoogte van de pijloplegger. Blaas het overtollige poeder er voorzichtig af (tegenwoordig zijn er handige spuitbusjes met poeder in de handel). Het dunne laagje poeder op het middenstuk maakt het eventueel aanlopen van de pijl tegen het middenstuk zichtbaar. Experimenteer met de centershotafstelling of het aanlopen verbetert. Zo niet dan is de pijl kennelijk iets te stijf of te slap.

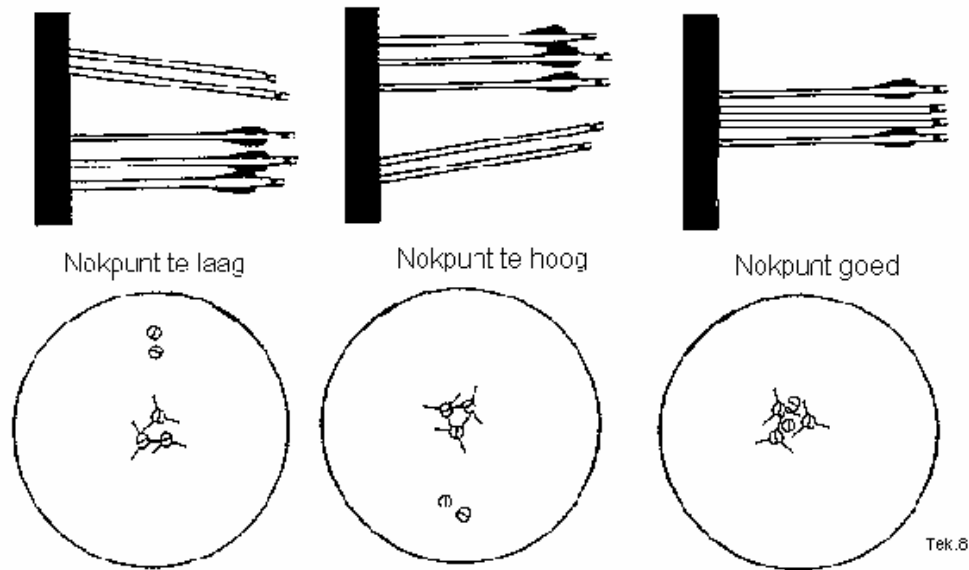
1 Vaststellen van de nokpunt hoogte

Neem als start nokpunthoogte ± 1 cm (zie tek) Op 20 meter afstand worden 3 pijlen geschoten. Hierna worden tenminste 2 kale pijlen geschoten (zie tekening 8).

Er zijn drie mogelijkheden:

- 1) De inslagpunten van de kale pijlen ten opzichte van het groepje gevederde pijlen zitten hoger. Dit betekent dat het nokpunt te laag is.
- 2) De inslagpunten van de kale pijlen ten opzichte van het groepje gevederde pijlen zitten lager. Dit betekent dat het nokpunt te hoog is.
- 3) De inslagpunten van de kale pijlen zitten op gelijke hoogte als de gevederde pijlen. Het nokpunt zit goed, er kan verder afgesteld worden.





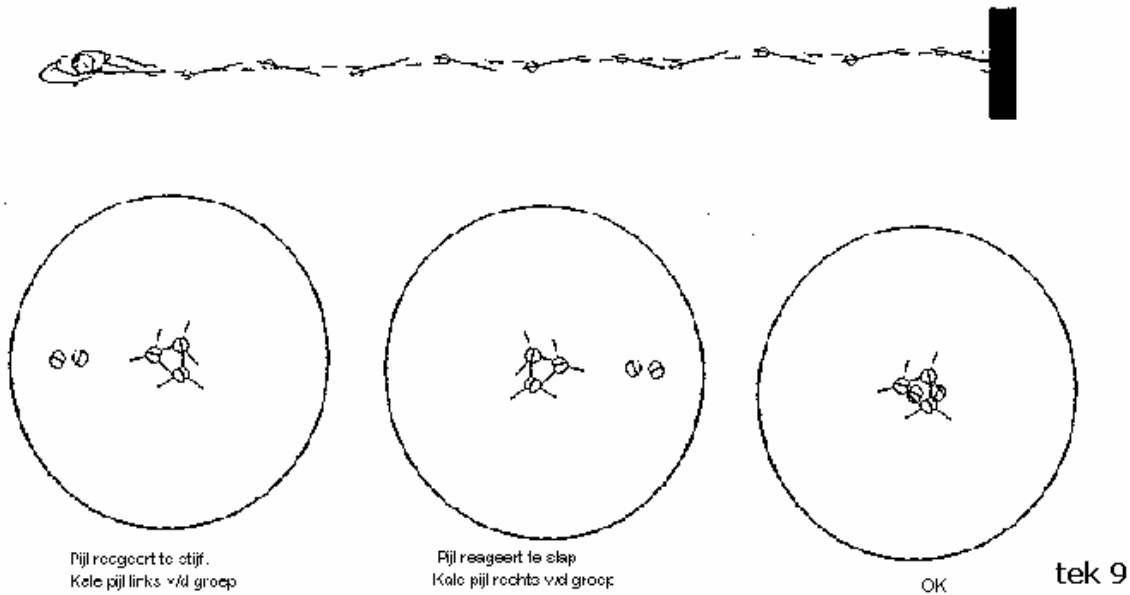
2 Veerspanning van de button.

Indien punt 1 goed is uitgevoerd slaat de punt van de kale pijl op dezelfde hoogte in als de gevederde pijlen. De kale pijl kan door verlagen of verhogen van de buttonspanning zodanig gestuurd worden dat hij midden in het groepje van de gevederde pijlen inslaat. (zie tekening 9)

Kale pijl links van het groepje: veerspanning verminderen.

Kale pijl rechts van het groepje: veerspanning verhogen.

Als de kale pijl bij wisselende veerspanning linksonder blijft inslaan dan slaat de pijl waarschijnlijk ergens tegen het boogvenster aan dit kan gecontroleerd worden met lippenstift
Herhaal het afstellen van de veerspanning van de button op 10, 20, 30 en 40 meter, net zolang totdat de kale pijl perfect groepeer



Mocht de pijl te stijf of slap blijven reageren zijn er de volgende mogelijkheden:

De pijl reageert te stijf

Verhoog het trekgewicht
Zwaardere pijlpunt
Minder peesdraden
Kies een slappere pijl
Kortere middenserving
Gladdere tab

De pijl reageert te slap

Verlaag het trekgewicht
Probeer een lichtere pijlpunt
Verhoog het aantal peesdraden
Kies een stijvere pijl
Verleng de middenserving
Probeer eens een stuggere of dikkere tab

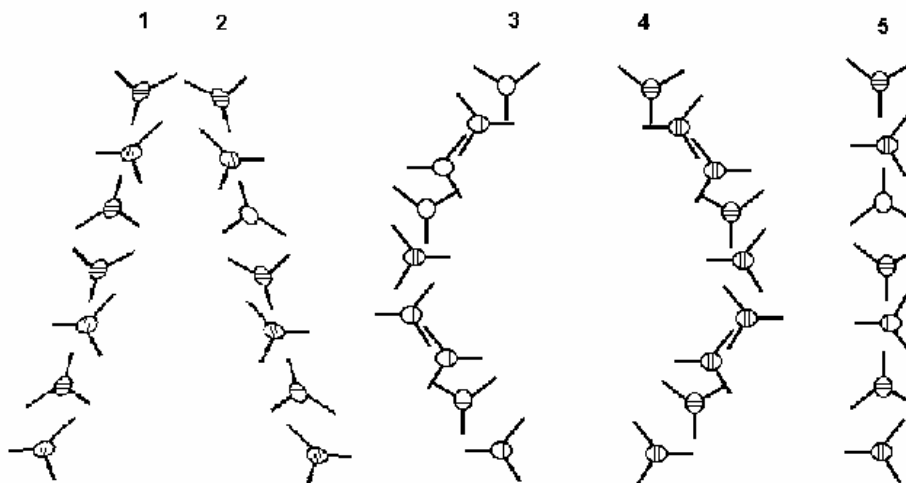
N.B. Uit het laatste punt volgt dat men het tuningsproces moet beginnen met een goed ingeschoten tab. Uit ervaring blijkt dat het een aantal weken duurt voordat een nieuwe tab hetzelfde schietbeeld laat zien als de oude!

Na de Kale Pijl Methode is er een globale afstelling van het boog-schutter-pijl-systeem verkregen. Een praktische methode om de afstelling te verfijnen is de zgn. 'walk back methode'.

Bij dit optimalisatieproces wordt geen gebruik gemaakt van kale pijlen (er wordt immers ook niet geschoord met kale pijlen). Het vizier wordt ingesteld voor een afstand van 5 meter. Er wordt geschoten op twee op elkaar gestapelde doelpakken zodat een hoog doelpak ontstaat. De sporter schiet de eerste pijl op 5 m, de tweede op 10 m, de derde op 15 m enz. Hiermee gaat men door net zolang tot de pijlen op het doelpak vallen, zonder de vizierstand te veranderen. Het is belangrijk dat de sporter het 'uitlijnen' niet verandert.

Er zijn vijf mogelijkheden.

- 1) De pijl punt wijst te veel naar links en de buttonspanning is te hoog \Leftarrow Button minder ver uit de boog te laten steken en buttonspanning verlagen.
- 2) De pijl punt wijst te veel naar rechts en de buttonspanning is te laag \Leftarrow Button verder uit de boog te laten steken en buttonspanning verhogen
- 3) De pijl punt wijst te veel naar links \Leftarrow Button minder ver uit de boog te laten steken.
- 4) De pijl punt wijst te veel naar rechts \Leftarrow Button verder uit de boog te laten steken
- 5) Ideale situatie. Pijlen vallen maximaal 6 cm links en rechts van het midden.

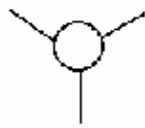


Papiertest

De papiertest is een eenvoudige methode die erg lijkt op de kale pijl methode. De papiertest wordt veel gebruikt voor compound bogen maar is ook geschikt voor recurve bogen. De nokpunt hoogte en de dynamische spine kunnen eenvoudig gecontroleerd worden. De papiertest is uitermate geschikt om te controleren of de optimalisatiemethoden goed uitgevoerd zijn.

Benodigdheden:

Span een krant of ander dun papier (60cm x 60cm) in een schilderijlijst of een frame. Hang het midden van het papier op schouder hoogte. Plaats 1,5 meter achter de gespannen krant een doelpak. Sta op een afstand van 1,5 tot 2m van de krant en schiet een gevederde pijl door het midden van de krant. Zorg er voor dat de boogarm evenwijdig met de vloer wordt gehouden. Analyseer hoe de krant gescheurd is door de pijl inslag.



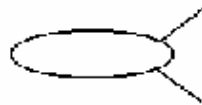
1 indicatie van een goede vlucht



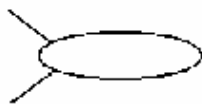
2 indicatie van een te laag nokpunt



3 Indicatie van een te hoog nokpunt



4 Indicatie van een te stijve pijl (RH)



5 Indicatie van een te slappe pijl (RH)



6 Combinatie van factoren
-begin met nokpunt hoogte
-daarna met buttonspanning

Groepering

Bestudering van de grootte en vorm van de gegroepeerde pijlen geeft veel informatie of de boog is goed afgesteld. Is het inslagpatroon zodanig dat de cirkel iets naar boven en beneden uitgetrokken is, dan is het nokpunt iets te hoog of te laag het cirkelvormige inslagpatroon daarentegen iets te breed, dan kan de groepering verbeterd worden door de buttonspanning te optimaliseren. Indien de veertjes de pijlsteun of button raken na het lossen gaat de pijl een klein beetje wiebelen tijdens de vlucht. Controleer of de pijlpassage optimaal is met lippenstift of met talkpoeder zoals voorgesteld op pagina 5 bij aanvang van het tuningsproces. Een eventueel clearanceprobleem geeft op korte afstand een relatief mindere groepering dan op langere afstand (zie tekening 11 voorbeeld 2). Laat je niet op het verkeerde been zetten door een clearanceprobleem.

Indien de groepering op 90meter slecht is, terwijl op kortere afstanden de pijlen wel goed groeperen wordt de pijl in het laatste gedeelte van de vlucht te veel afgeremd waardoor de wind een te grote invloed op de pijl krijgt (zie tekening voorbeeld 3). De spinwings of veertjes zijn waarschijnlijk te schuin op de pijlen geplakt. Ook een lichtere pijl met dezelfde spinwaarde kan het probleem van overmatige afremming verhelpen. De ontwikkeling van de zwaardere X10 pijl en de lichte full carbon Red Line pijl geeft de boogsporter steeds meer de mogelijkheid een pijl te kiezen die het best bij zijn boog past.

Goede afstelling geeft regelmatige afname van de groep grootte



Meest voorkomende oorzaak:
Pijl raakt button of pijlsteun



Meest voorkomende oorzaak:
Overmatige afremming.



Tek. 11

Slotwoord

In dit artikel werd een overzicht van tegenwoordig veel gebruikte optimalisatie methode voor rechtershandige tillerverstelbare recurve bogen beschreven. Deze inventarisatie is gemaakt als startpunt voor experimenten met andere optimalisatiemethoden. De huidige optimalisatie methoden berust op het "one factor at the time" principe. Iedere factor wordt afzonderlijk gevarieerd en vergeleken met een standaard. Deze methode kost veel tijd wanneer er veel parameters zijn die het resultaat kunnen beïnvloeden. Door de vele experimenten die gedaan moeten worden verliest men vaak het overzicht.

In research en development afdelingen wordt veel gebruik gemaakt van experimental designs of

proefopzetten. Het gebruik van experimental designs is een uitstekend hulpmiddel om mechanismen te leren kennen waardoor een robuuste afstelling of product snel verkregen kan worden. In veel gevallen zijn de mechanismen die tot een product of een resultaat leiden slechts gedeeltelijk of helemaal niet bekend. Bovendien gelden veel fysische wetten alleen in ideale omstandigheden, zoals perfecte maatvoering, geen slijtage, zuivere grondstoffen en geen temperatuursinvloeden. Men kan experimental designs definiëren als een experimentele strategie om het effect van factoren of variabelen op kwaliteitskenmerken vast te stellen zodanig dat men met een minimum aan inspanning gebruikt om een maximum aan informatie uit experimenten te verkrijgen. Veel mensen denken dat experimental designs alleen gebruikt kunnen worden door technische experts. Dit is een misverstand, experimental designs zijn eenvoudig te gebruiken. Een experimental design is een uitgebalanceerde matrix (ook wel orthogonale array genoemd) waarin het toegestaan is om meerdere factoren tegelijkertijd te variëren.

Het is bijvoorbeeld mogelijk om 11 factoren op twee niveaus te testen in maar 12 experimenten. De Japanse elektronica ingenieur Genichi Taguchi heeft veel werk gedaan om het gebruik van experimental designs te vereenvoudigen. Hij heeft verschillende standaard experimental designs ontwikkeld die afhankelijk van het aantal parameters en niveaus gebruikt kunnen worden. Door een eenvoudige rekenmethode kunnen belangrijke factoren op het kwaliteitskenmerk worden geïdentificeerd. Behalve de invloed op het kwaliteitskenmerk kan ook de invloed op de spreiding of ruis eenvoudig zichtbaar worden gemaakt. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat een factor geen invloed heeft op het kwaliteitskenmerk maar wel op de spreiding. Het verdient de voorkeur een experimental design onder verschillende omstandigheden uit te voeren. Men kan dan zien of men een robuuste afstelling heeft die onder alle omstandigheden weinig spreiding geeft. Belangrijk bij experimental designs is de keuze van de parameters. Hierbij is ervaring en vakmanschap onontbeerlijk. Een design waarin de verkeerde parameters worden getest geeft geen zinvolle informatie. Nadat de experimenten zijn uitgevoerd worden de bijdragen van de parameters op het kwaliteitskenmerk en op de spreiding bepaald. Van de onderzochte parameters wordt een keuze gemaakt die leidt tot een robuust product of afstelling met de beoogde kwaliteitskenmerken. Deze theoretisch optimale keuze wordt de "paperchampion" genoemd. Het is belangrijk om de paperchampion afstelling in de praktijk te testen en te vergelijken met de voorspelde kwaliteitskenmerken. Er kan dan gecontroleerd worden of er geen parameters of interacties over het hoofd zijn gezien. Het controleren van de paperchampion wordt een confirmatie genoemd.

Uit bovenstaande blijkt dat het belangrijk is om een goede keuze te maken van de te testen parameters. Graag wil ik met collega trainers in contact komen over hun ervaring met het afstellen van een recurveboog met als doel een startpunt voor een experimental design naar factoren die van belang zijn voor het afstellen van een recurveboog.

Geraadpleegde Literatuur:

Easton Technical Bulletin number 4 September 1991.

The simple art of winning by Rick McKinney

The Glade No. 83 Tuning your Hoyt Avalon Plus by Denise Parker

Cursusboek Trainer A

Hoyt owners manual 1998

The design of the bow by B.W.Kooi September 26 1994

Taguchi Methods of optimisations

Met dank aan Pako Verkoelen voor de vele aanvullingen en praktijkervaring.

Robert van den Berg Jeths Trainer A