

# Att stabilisera en båge

Av Steve Ellison, översättning Claes-G Colmeus

**Styrning av bågens uppträdande med stabilisatorer**

© 1998 - S Ellison

# Att stabilisera en båge

Steve Ellison, översättning Claes-G Colmeus

## Styrning av bågens uppträdande med stabilisatorer

Introduktion .....	3
Vad är det som behöver stabiliseras? .....	3
Bågens rörelser .....	4
Translation (horisontellt och vertikalt) .....	4
Rotation .....	4
Vibration .....	5
Tidsförloppet – När har rörelsen betydelse? .....	5
Före skottet.....	5
Under skottet .....	5
Efter skottet.....	6
Bågrörelser i de olika faserna.....	6
Effekten på pilflykten.....	6
Kontrollerade rörelser: Translation .....	7
Tyngd, massa och tröghet .....	7
Tyngd.....	7
Massa .....	8
Tröghet .....	8
Statiska och dynamiska egenskaper .....	8
TFC, fel namn på rätt pryl .....	8
Bågens balans .....	8
Masscentrum .....	9
Att flytta masscentrum med hjälp av vikter .....	10
Massa och avstånd, moment.....	10
Flytta masscentrum med hjälp av avståndet.....	10
Dynamisk balans .....	11
Kontrollerade rörelser: rotation .....	12
Massa och avstånd.....	12
Kontrollerade rörelser: dämpade vibrationer .....	14
Vibrationer .....	14
Orsaker till vibrationer.....	14
Dämpning .....	15
Resonans.....	16
Avstämd dämpning – mer om TFC .....	16
Slutsatser .....	17
Slutord på vägen .....	17

## Introduktion

I princip är en båge en ganska enkel mekanisk anordning. Men när man börjar försöka få båge och skytt att fungera tillsammans blir livet plötsligt komplicerat. Det går inte att skjuta pilen genom handtagets centrum (utan att blodvite uppstår) och därför är bågen i någon mening i obalans i skottet. Dessutom är stocken utskuren i siktfönstret, så att belastning och viktfördelning är osymmetriska. Detta gör att vibrationer blir komplexa och svårkontrollerade. Skyttens grepp om handtaget är svårt att få centrerat och likadant från skott till skott, vilket ger varierande vridning av bågen. Muskler fungerar bäst i rörelse, så en helt stabil siktbild är knappast möjlig att få. Olika skyttar har olika åsikter om hur bågen ska uppträda före, under och efter skottet. Allt detta medverkar till att bågen kan röra sig på oändligt många olika sätt, som kan påverka pilen och dess bana mot målet. Skyttar och bågtillverkare har därför länge försökt hitta bra sätt att kontrollera och styra bågens rörelsemönster.

Ganska tidigt stod det klart att ett sätt att styra bågens rörelser var att ändra stockens totalvikt och viktfördelning. Det gav oss en utveckling från fastskruvade vikter av bly och kvicksilverfyllda anordningar via korta viktförsedda stänger, något längre viktförsedda stänger, framåtriktade långa viktförsedda stänger, diverse motvikter och V-bar, TFC, olika typer av internt olje- och sanddämpade stabbar till hela den arsenal av anordningar som finns på marknaden idag. Skyttens största problem numera är nog att välja och vraka bland allehanda attiraljer som enligt reklamen alla är totalt och övertygande överlägsna allt annat i branschen.

Det innebär absolut inte att någon form av stabiliseringssystem ska vara en förstahandsåtgärd. Visserligen kan en bra stabilisering delvis motverka följderna av dålig skjutteknik, men det får aldrig bli en ersättning för en god skjutstil. Om bågen uppträder okontrollerat eller felaktigt, börja alltid med att eliminera orsakerna till detta, innan du försöker experimentera med stabilisering. Man kan mycket väl reducera en tendens till vridning i skottet med en långstab, men det är bättre att ändra handtaget och/eller skyttens sätt att greppa det, så att det aldrig uppstår någon snedbelastning.

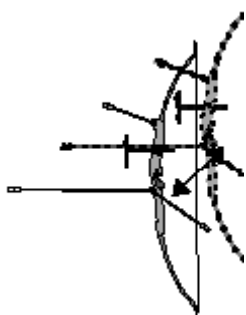
Avsikten med detta kompendium är att visa på hur man kan använda olika typer av stabilisatorer för att påverka olika typer av båguppträdande, och hur man kan anpassa sitt system till de egna behoven. Till att börja med kommer en översikt över bågens olika rörelser, sedan en diskussion om hur man påverkar och eliminerar dem.

### ***Vad är det som behöver stabiliseras?***

Man skulle förstås kunna tänka sig att de 20 bästa skyttarna i världen vet hur man ska stabilisera en båge, och skruva fast så mycket man kan av deras system på sin egen gamla Bettan. Tyvärr fungerar det inte så bra, även bortsett från att man knappast orkar lyfta en båge med 20 uppsättningar stabbar. Det räcker inte ens att kopiera världsmästarens utrustning, även om många uppenbarligen gör det. Eller, med andra ord: Den bästa stabiliseringen är helt och hållet en personlig sak. Man måste analysera sina behov och förutsättningar och anpassa stabiliseringen efter det. Eftersom olika delar av stabiliseringssystemet har olika verkan på olika rörelser, börjar vi med att titta närmare på dessa rörelser och analyserar deras inverkan på olika faser i skottet och på skytten.

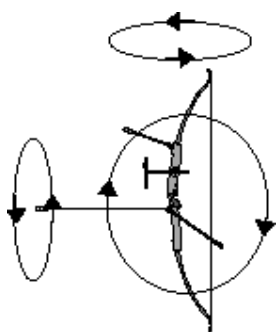
## Bågens rörelser

### Translation (horisontellt och vertikalt)

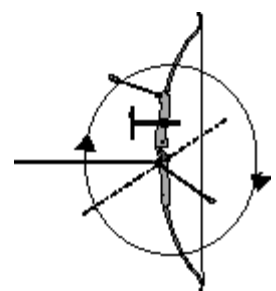


Translation är matematikerns uttryck för en förflyttning som inte innebär någon rotation, vibration eller liknande. Det är lämpligt att tänka sig rörelser längs tre axlar: longitudinellt (framåt/bakåt) vertikalt (uppåt/neråt), och lateralt (höger/vänster). Matematikern brukar tala om X, Y och Z-axlarna. Varje translation kan beskrivas som summan av förflyttningen längs dessa tre axlar, och vi kan därför behandla dessa förflyttningar som tre helt separata företeelser. Translation i sig har måttlig inverkan på skottet, särskilt den longitudinella, däremot kommer translationen i kombination med osymmetri i grepp och massafördelning att ge upphov till rotation, som påverkar pilen betydligt mer. Det är oundvikligt att bågen rör sig i skottögonblicket, det viktigaste är att man har samma rörelse från skott till skott, och det åstadkommer man bäst genom att ha så lite rörelse som möjligt.

### Rotation

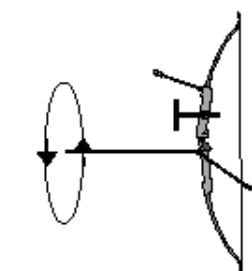


Rotation innebär en vridningsrörelse runt en axel. Det är lämpligt att betrakta samma axelsystem som vid translation, dvs en axel i pilens riktning, en vertikalt genom stocken och en horisontellt genom handtaget, vinkelrätt mot pilens riktning.



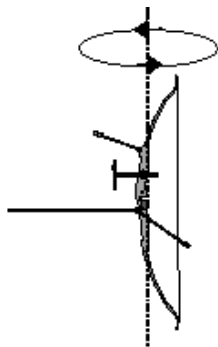
#### Rotation framåt/bakåt, Z-axeln

Tänk dig en rotationsaxel tvärs genom handtaget, precis där handen tar upp trycket från bågen. Rotation runt denna axel kommer att uppfattas som att bågen tippa över framåt eller bakåt. En bakåtrotation i skottögonblicket kommer att orsakas av rekyl från pilen som lämnar bågen högre än handtaget. En annan orsak till rotation i skottet är att tyngdpunkten ligger högre eller lägre än handtaget. Efter skottet kommer bågen att tippa över framåt eller bakåt beroende på om tyngdpunkten befinner sig framför eller bakom handtaget/remfästet.



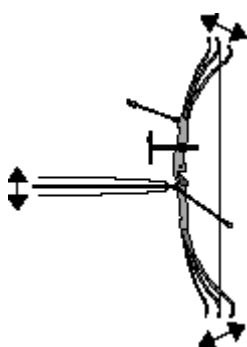
#### Rotation runt längsaxeln, X-axeln

Rotation runt axeln i pilriktningen ser man ibland. Bågen vrids sig alltså medurs eller moturs sett bakifrån. Det finns inte mycket i bågens egenskaper som orsakar detta, möjligen kan snedbelastning av ett tungt sikte ge en lätt vridning, i regel är det skytten själv som är orsaken genom en vriden bågarm eller ett spänt grepp. Denna typ av vridning är oftast ganska liten, både på grund av att de påverkande krafterna är små, och eftersom stockens massa gör den trög att vrida i denna riktning.



### Rotation runt vertikalaxeln, Y-axeln

Det här är den absolut viktigaste av de rörelser som stabiliseringen är tänkt att motverka. Bågen i sig är lätt att vrida i denna ledd eftersom dess massa är fördelad längs och nära vridningsaxeln. Skytten handplacering kan lätt ge ett kraftigt vridmoment om hans grepp inte är helt symmetriskt (40 pund applicerat lite snett ger en avsevärd vridning). Verkningarna brukar vara spridning av grupperingen i horisontalled, islag i armskyddet och väl synlig sidorörelse på bågen efter skottet. Man brukar också hinna se att siktet försvinner åt sidan vid skottet. Eftersom denna vridning ger en sidorörelse åt strängen, kommer pilen att påverkas under hela sin accelerationsfas.



### Vibration

Större delen av den energi i bågen som inte försvinner i form av rörelseenergi hos pilen, stannar kvar i bågen i form av vibrationer, som efter hand avtar och omvandlas till värme. Mycket av vibrationerna kan (och bör) man eliminera genom en korrekt trimning, särskilt osymmetriskt lemfladder som beror på att lemmarna inte kommer till sina stopplägen samtidigt. När detta är klart är restvibrationerna en lämplig uppgift för stabiliseringssystemet att dämpa och eliminera. Se dock upp med att stabiliseringen i sig kan orsaka vibrationer, allt från en kraftigt vibrerande långstab till att förstärka skyttens skakningar vid uppdraget och siktandet.

## Tidsförloppet – När har rörelsen betydelse?

När vi nu har analyserat de möjliga rörelserna hos bågen är det dags att se på när i skjutförloppet det är viktigt att hålla rörelserna under kontroll. Bara ett enkelt exempel: lemvibrationer efter skottet har inte någon större betydelse under uppdragsfasen... För att underlätta det fortsatta resonemanget är det lämpligt att dela in förloppet i tre faser:

### Före skottet

Skytten är på väg upp till fullt drag och vill åstadkomma en stabil siktbild. Alla former av okontrollerad rörelse bör undvikas, särskilt förflyttning och vridning i horisontal- och vertikalled. De krafter som verkar på bågen är gravitationen, trycket från båghanden och draget i strängen. Eftersom bågen hänger i två punkter kan den inte rotera fritt, men rörelser i bågarmen ger upphov till en rotation kring skyttens ankringspunkt, som kan anses som summan av en translation och en rotation kring greppet. Denna fas varar i några få sekunder (som ibland känns som timmar...).

### Under skottet

Bågens lemmar rör sig snabbt framåt och accelererar pilen. Den glider mot plungern och hyllan någon decimeter och släpper sedan kontakten i och med att den böjer sig från stocken. När strängen passerat sitt viloläge släpper nocken och pilen fortsätter framåt opåverkad av bågen i fortsättningen eftersom den nu inte har någon kontakt alls (om man har bra trimning och därmed inga islag). Lagg märke till att under större

delen av skottet är det bara strängen som har kontakt med pilen! Den huvudsakliga kraften som verkar på bågen är trycket från båg handen, från början exakt lika med bågens dragkraft, därefter beroende av accelerationen hos lemmarna och pilen. Inverkan av gravitationen är nästan försumbar eftersom denna fas är kort, ungefär 10 – 15 millisekunder.

### **Efter skottet**

Lemmarna stoppas upp och studsar i sina ändlägen när strängen sträcks ut, och lemmar och sträng fortsätter att vibrera, tillsammans med stocken, tills all överbliven energi har omvandlats till värme av friktion och luftmotstånd, spritts i form av ljud eller överförs till skyttens bågarm. Osymmetriska lemvibrationer kan pågå i flera sekunder. Skytten är inne i fullföljandet av skottet. Bågen bör vara fri att röra sig och fortsätter framåt av trycket från båg handen. Gravitationen får den att falla och den kommer att rotera framåt, hängande i slingan, pendlande fram och tillbaka tills den stoppas av skytten.

### ***Bågrörelser i de olika faserna***

När vi nu har klart för oss vilka rörelser vi har att göra med (translation, rotation och vibration) och delat upp tidsförloppet i tre faser (före, under och efter), är det dags att se vilka rörelser som har störst betydelse för skottets genomförande, så att vi kan prioritera vad som ska stabiliseras.

### **Effekten på pilflykten**

Det är lätt att inse att oönskade bågrörelser, särskilt i form av translation, får mindre och mindre betydelse för pilflykten ju senare i förloppet de inträffar. Före skottet kommer varje rörelse att till fullo påverka riktandet. Under skottet gör den korta tiden att det nästan inte går att påverka pilens riktning. Hela tryckkraften från båg handen kan förflytta bågen framåt mindre än 5 mm på 12 millisekunder, och eventuella sidokrafter är betydligt mindre än så. Dessutom har pilen kontakt med bågen bara under en liten del av denna tid. Den enda rörelse som har någon märkbar inverkan under själva skottet är vridning runt vertikalaxeln. Rörelser efter skottet kan förstås inte påverka pilen över huvud taget. Men, det återstår lite funderande och lite till att ta hänsyn till innan vi helt avfärdar rörelser under och efter skottet som betydelselösa.

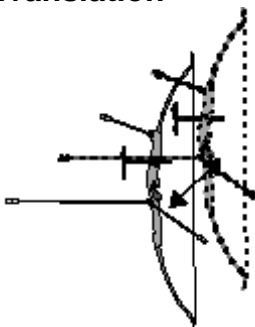
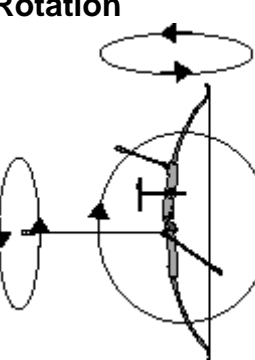
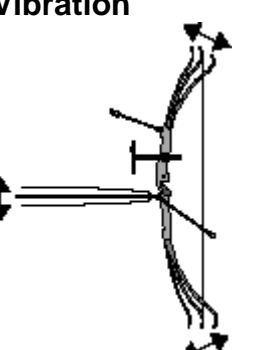
### **Effekter efter skottet.**

Okontrollerade rörelser efter skottet kan påverka skytten före skottet på flera sätt: Skytten förväntar sig en häftig rörelse och börjar förbereda och kompensera för den redan under slutfasen av uppdraget, vilket ger upphov till okontrollerade häftiga muskelrörelser före släppet.

Andra skyttar kan störas (särskilt inomhus)

Båge och utrustning kan ta skada (slitage, lossnande skruvar, löst sikte mm)

Tabellen är en sammanställning av när olika rörelser har störst betydelse

	<b>Före skottet</b>	<b>Under skottet</b>	<b>Efter skottet</b>
<b>Translation</b> 	<b>X</b> Rörelsen påverkar riktandet, dock mest genom att orsaka rotation.	Rörelsen har mycket liten påverkan på pilen	<b>XX</b> Stora rörelser kan få skytten att reagera i förväg och utföra häftiga rörelser just innan skottet
<b>Rotation</b> 	<b>XX</b> Rotationsrörelser uppstår på grund av rörelser i bågarmen och påverkar riktningen	<b>X</b> Bågen är fri att rotera, särskilt runt vertikalaxeln. Rotation påverkar pilen genom att den sitter fast på strängen.	<b>XX</b> Som ovan
<b>Vibration</b> 	<b>X</b> Riktrörelser kan ge upphov till lågfrekventa skakningar som försvårar siktandet	Lågfrekventa skakningar har liten betydelse pga den korta tiden. Högfrekventa vibrationer uppträder först när lemmarna når ändlägena.	<b>X</b> Inga direkteffekter, men kan ge sämre känsla och därigenom påverka skjutningen. Slitage, siktet kan flytta sig.

### **Kontrollerade rörelser: Translation**

#### **Tyngd, massa och tröghet**

Skilj noga mellan begreppen tyngd, massa och tröghet, det rör sig om helt skilda begrepp. Å andra sidan, om du inte tänker trimma din båge på månen, märks inte skillnaden mellan tyngd och massa särskilt mycket. Det viktigaste att hålla i minnet är att massa gör att föremål blir svårare att flytta, åt alla håll, inte bara att lyfta.

#### **Tyngd**

Tyngd är den kraft som gravitationen verkar med på ett föremål. Den är alltid riktad vertikalt nedåt. Det är tyngden som gör att det är jobbigt att lyfta bågen. Gravitationen

(”tyngdkraften”) kan alltid ses som en kraft som verkar i en enda punkt i föremålet, masscentrum eller tyngdpunkten.

## **Massa**

Massan hos ett föremål är ett mått på mängden material. Begreppet vikt avser detsamma som massa, och eftersom man förr inte skilde mellan begreppen tyngd och vikt, förväxlas ofta massa och tyngd. På jorden är det ett ganska litet problem, eftersom gravitationen varierar mycket lite över jordytan. Det är lättare att se distinktionen på månen, astronauterna har en tyngd som är sjättedelen av den på jorden, men samma massa.

## **Tröghet**

Trögheten skulle kunna beskrivas som svårigheten att förflytta en massa. Trögheten uppstår då man måste accelerera och sedan retardera massan för att flytta på den, och ju större massa, desto mer kraft åtgår för att ge den en viss acceleration.

## **Statiska och dynamiska egenskaper**

Trögheten gör att föremål behöver tid för att få en rörelsehastighet, och det gör att man behöver ta hänsyn till dynamiska effekter. Om man försiktigt puttar till en gummiboll uppträder den som om den vore mycket hård, och tycks genast få samma hastighet som handen. Men om man i stället slår till den med ett bollträ, kommer den på grund av sin tröghet att bli tillplattad under ett kort ögonblick, för att sedan fjädra tillbaka och bli rund igen. Under ett kort ögonblick har alltså bollträet högre hastighet än bollen, trots att de har kontakt med varandra. Något liknande händer när man skjuter med en båge som har en flexibel koppling (TFC) i sin stabilisering. Verkan av bågens rörelse på stabiliseringsvikten blir fördröjd, och bågen uppträder under ett kort ögonblick som om den vore ostabiliserad. Stabiliseringen börjar sedan verka mer och mer. Detta var själva grundtanken med TFC, en nyare tendens är precis tvärtom, kortare och styvare stabbar för att garantera att stabiliseringseffekten påverkar redan tidigt i skottet.

Prova själv så här: Montera bågen, först utan stabilisering, och för den hastigt fram och tillbaka i skjutriktningen utan att vrida den. Sätt sedan på stabiliseringen och gör om samma sak. Känns det någon skillnad?

## **TFC, fel namn på rätt pryl**

TFC står för torque flight compensator. Den kan inte orsaka något vridmoment, kan inte flyga och kan inte kompensera för någondera bristen. En viktig orsak till att den konstruerades var att när man hängde mer och mer tyngder på bågen, började den kännas rårare att skjuta och blev svårare att trimma. Därför gjorde man en flexibel skarv mellan bågen och stabiliseringen, så att känslan före och efter skottet förblev densamma (den statiska balansen ändrades inte) medan bågen uppträdde ”normalt” under de få millisekunderna själva skottet varade. En TFC har dock flera andra goda egenskaper man kan utnyttja, till exempel kan den dämpa vibrationer och man kan justera den till en bra kompromiss mellan dämpning, stabilisering och skjutkänsla. Mer om detta senare.

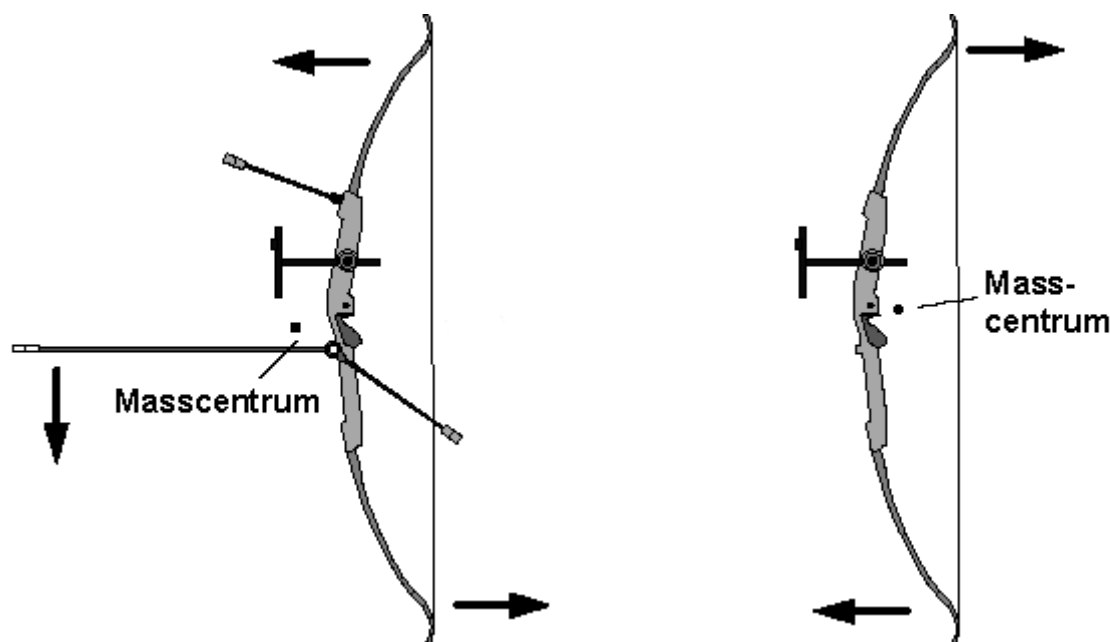
## **Bågens balans**

Balansen (den statiska) handlar om masscentrums placering i förhållande till skyttens grepp före och efter skottet. Den bestämmer huvudsakligen hur snabbt och i vilken



riktning bågen faller efter skottet. Principen är enkel: om masscentrum ligger framför greppunkten (eller slingans fästpunkt) kommer bågen att falla framåt, ligger masscentrum bakom greppunkten faller bågen bakåt. Utan stabilisering ligger i regel masscentrum bakom greppet (utom på compoundbågar med starkt bakåtsvängd stock). Diagrammet visar den ungefärliga placeringen av masscentrum på en rekurvbåge med och utan stabilisering.

Det är alltså enkelt att bestämma hur bågen ska falla efter skottet, det är bara att se till att masscentrum ligger där man vill ha det, genom att lägga till eller ta bort vikter på rätt ställe.



Masscentrum framför greppet,  
Bågen tippar framåt efter skottet.

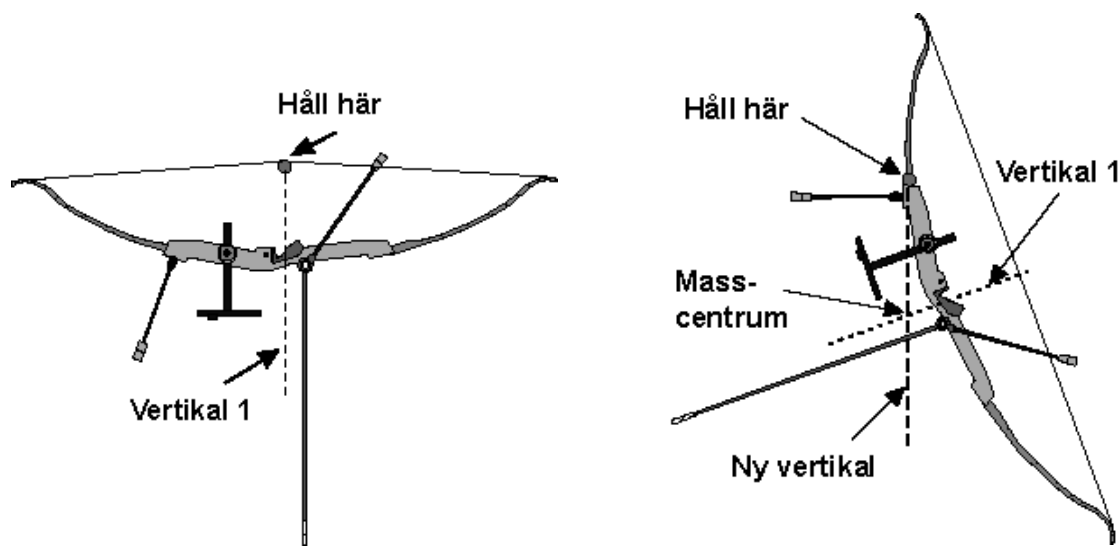
Masscentrum bakom greppet,  
Bågen tippar bakåt efter skottet

## Masscentrum

Masscentrum för ett föremål är den punkt (som inte nödvändigtvis befinner sig inom föremålets massa) i vilken gravitationskraften verkar, oberoende av föremålets läge. Om ett föremål är upphängt i masscentrum kommer det alltid att vara i jämvikt, är det upphängt i någon annan punkt kommer det att vrida sig tills masscentrum befinner sig lodrätt under upphängningspunkten.

En båge kommer att kännas stabil att hålla i om masscentrum befinner sig i eller under greppet. Man kan lätt hitta masscentrum genom att låta bågen hänga frit från två olika punkter. Börja med att hålla mitt på strängen, och masscentrum kommer att ligga vertikalt under denna punkt. Håll sedan i övre lemnocken och masscentrum ligger där lodlinjen genom denna punkt korsar den andra lodlinjen.

De flesta bågar uppträder rimligt bra så länge masscentrum ligger inom cirka 10 cm från greppet, framför, bakom eller under. Det finns å andra sidan inga fasta regler för var masscentrum skall ligga, det är något man kan experimentera med för hitta rätt känsla.



### Att flytta masscentrum med hjälp av vikter

För att flytta masscentrum framåt, lägg till mer vikt framför eller ta bort vikter bakom masscentrum, och tvärtom för att flytta bakåt. Samma ide gäller också för att flytta masscentrum uppåt eller nedåt. Kom bara ihåg att det gäller att ha masscentrum som utgångspunkt, inte greppet. Oftast placerar man vikterna så långt från stocken att det inte spelar någon roll vilken punkt man utgår ifrån, men om man fäster vikter på själva stocken är det inte säkert att masscentrum flyttas dit man förväntar sig.

Övning 1: Rigga din egen båge utan stabilisering och låt den hänga från övre lemmens nock. Kolla om lodlinjen (använd en tunn tråd med en liten vikt i änden) hamnar framför eller bakom greppet. Håll sedan i strängen, ungefär vid nockläget och kolla om lodlinjen hamnar över eller under greppet.

Övning 2: Rigga stabiliseringen och gör om samma sak. Prova gärna med olika kombinationer av vikter för att se hur mycket masscentrum kan flyttas.

### Massa och avstånd, moment

Momentet av en kraft i en viss punkt är kraften multiplicerad med avståndet till referenspunkten, mätt vinkelrätt mot kraftens riktning. Man kan se balansen hos bågen som summan av momenten från alla delmassor i bågen (stock, lemmar, sikte, stabbar etc.). När det gäller statisk balans verkar alla krafter vertikalt, så det är lätt att klura ut att en vikt påverkar balansen dels genom sin massa, dels genom avståndet till referenspunkten. En enkel tumregel är:

*Halva massan på dubbla avståndet har samma inverkan på balansen.*

### Flytta masscentrum med hjälp av avståndet

Momentbegreppet innebär också att man har ytterligare ett sätt att styra den statiska balansen, man kan ändra avståndet till balansvikterna. Vill man minska tendensen till

fall framåt utan att ändra bågens totalvikt, kan man använda en kortare långstab, eller förlänga kortstabbarna bakåt. Tabellen sammanfattar möjligheterna.

## Dynamisk balans

Det finns ytterligare en viktig aspekt på bågens balans. Under själva skottet kommer bågen att påverkas av trycket från bågarmen och röra sig först något bakåt och därefter framåt. Kraften från båganden är av storleksordningen 5 - 10 gånger större än gravitationen. Masscentrums vertikalläge i förhållande till greppet kommer att bestämma hur bågen ska röra sig. Om masscentrum ligger ovanför greppet, får bågen en rotation bakåt, masscentrum under greppet ger en rotation framåt/nedåt. Det här betyder mycket för bågens uppträdande i och omedelbart efter skottet. Idealiskt vore om bågen rörde sig rakt framåt till en början. En stab placerad högt, får alltså bågen att rulla över bakåt, innan gravitationen tar över och vänder rörelsen framåt.

Övning: Rigga bågen med bara en kortstab vid det nedre lemfästet. För bågen hastigt framåt och lägg märke till hur den vill rulla över. Flytta sedan staben till det övre lemfästet och gör om samma manöver. Prova också i båda fallen att rikta bågen rakt uppåt. Försök hålla samma handgrepp som vid normal skjutning. Känn på balansen och konstatera att detta är ett enkelt sätt att förutsäga hur bågen kommer att reagera i skottet. Tyvärr fungerar det inte så bra med en långstab, eftersom den ger ett labilt jämviktsläge, helt beroende av utgångsläget, när den riktas uppåt.

## Ändra bågens balans så här

Flytta tyngdpunkten	med vikter	med avstånd
<b>Framåt</b>	Placera mer massa framför masscentrum eller ta bort massa bakom masscentrum	Flytta massa framåt (längre långstab, kortare v-stabbar eller längre v-barförlängare)
<b>Bakåt</b>	Placera mer massa bakom masscentrum eller ta bort massa framför masscentrum	Flytta massa bakåt (kortare långstab, längre v-stabbar, ta bort eller förkorta v-barförlängaren)
<b>Uppåt</b>	Placera mer massa ovanför masscentrum eller ta bort massa under masscentrum	Flytta massa uppåt (vrid v-baren uppåt, flytta massa från nedre lemfästet till det övre)
<b>Nedåt</b>	Placera mer massa under masscentrum eller ta bort massa över masscentrum	Flytta massa nedåt (vrid v-baren nedåt, flytta massa från övre lemfästet till det nedre)

Se upp med att all ändring av den statiska balansen också påverkar tillern, både den statiska och den dynamiska.

## **Kontrollerade rörelser: rotation**

### **Massa och avstånd**

På samma sätt som mer massa i ett system gör det trögare att förflytta i rät linje, kommer mer massa att göra systemet trögare att rotera. Men hur mycket trögare det blir beror starkt av massans placering. I avdelningen om balans diskuterade vi moment, när det gäller rotation handlar det i stället om tröghetsmoment. En liten (punktformig) massa som roterar kring en axel har ett tröghetsmoment som är lika med massan multiplicerad med kvadraten på avståndet till rotationsaxeln. Det ger oss genast ännu en enkel tumregel:

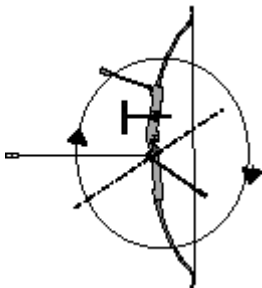
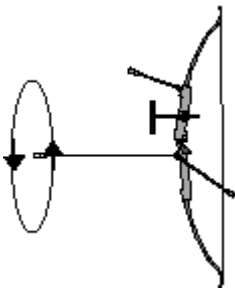
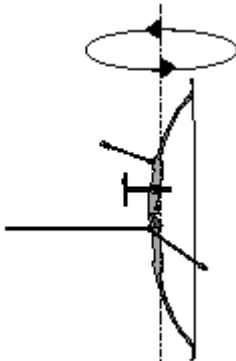
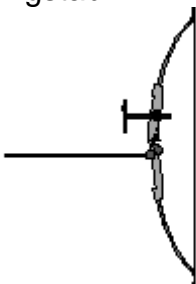
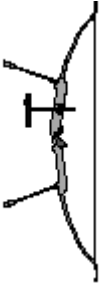
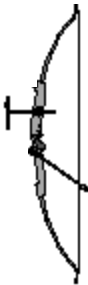
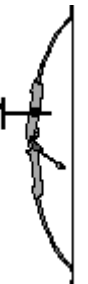
*En fjärdedel av massan på dubbla avståndet har samma inverkan på rotationen.*

Alltså, för att få god effekt mot rotation med minsta möjliga massa, använd små vikter på långa stabbar.

En annan följd av det kvadratiska avståndsberoendet är att ett långsmalt föremål har mycket litet tröghetsmoment längs sin längdaxel, och det behövs då bara mycket små krafter för att skapa rotation runt den. Håll en ostabiliserad båge i handtaget och försök vrida den. Montera sedan en långstab och gör om samma sak. Prova också gärna med bara en V-bar eller kortstabbar upptill och nertill.

Tabellen på nästa sida visar hur stor verkan olika typer av stabbar har på rotationen åt olika håll. Tolka tabellen med lite eftertanke, den avser bara rotation orsakad av vridmoment som uppstår i skottet på grund av rekylkrafter och skyttens egen inverkan. Den tar inte hänsyn till rotation på grund av gravitationen, som ju huvudsakligen är en fråga om statisk balans.

Lägg också märke till att stabbarnas inverkan är relativt sett störst på rotation runt vertikalaxeln. Det beror helt enkelt på att bågen själv är den effektivaste stabben i systemet. Den väger normalt två till tre gånger så mycket som alla andra vikter tillsammans, är runt 60 cm lång och har ganska mycket massa koncentrerad till lemfästena. Det gör den till en mycket effektiv stabilisator utom kring vertikalaxeln.

<b>Olika stabilisatorers inverkan på rotationsrörelser</b>			
	<b>Framåt/bakåt</b>	<b>Runt skjutriktningen</b>	<b>Runt vertikalaxeln</b>
			
<b>Långstab</b> 	<b>Måttlig</b>	<b>Nästan ingen</b>	<b>Stor</b>
<b>Dubbla kortstabbar</b> 	<b>Liten</b>	<b>Måttlig</b>	<b>Måttlig – ganska stor</b>
<b>V-bar</b> 	<b>Liten</b>	<b>Måttlig</b>	<b>Måttlig – ganska stor</b>
<b>Kort motvikt</b> 	<b>Mycket liten</b>	<b>Mycket liten</b>	<b>Liten</b>

## Kontrollerade rörelser: dämpade vibrationer

### Vibrationer

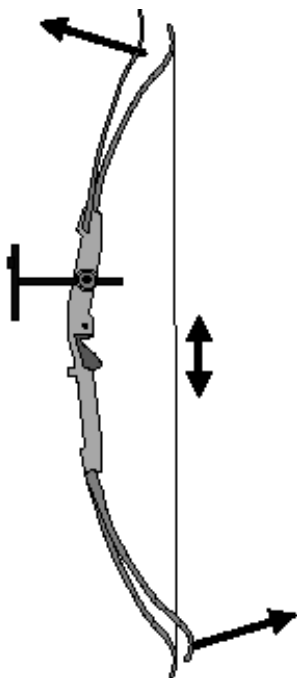
Med vibration menas en periodisk rörelse. En vibration har frekvens och amplitud. Frekvensen talar om hur snabbt något vibrerar, och amplituden hur stor rörelsen är. Det behövs mer energi för att driva en rörelse med hög frekvens, därför är i regel amplituden hos en högfrekvent vibration mindre än för en lågfrekvent. Frekvensen mäts i Hertz (Hz) vilket är detsamma som antalet svängningar per sekund. Det frekvensområde som är aktuellt för en bågskytte sträcker sig från några få Hz upp till några tusen Hertz (kHz).

Frekvensen hos ett vibrerande system beror huvudsakligen på två faktorer: massan som rör sig, och kraften som försöker återföra den till viloläget. Kraften består vanligen av någon typ av fjäder, i bågskyttesammanhang styvheten i en stab, stock eller lem. Det finns två enkla tumregler:

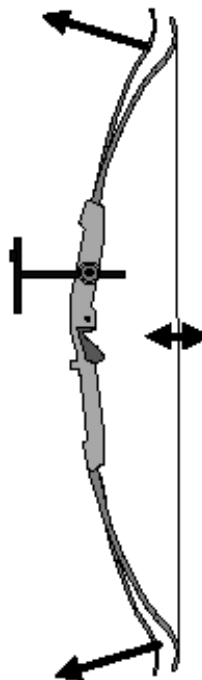
*En styvare eller kortare fjäder ger högre frekvens.*

*En större massa ger lägre frekvens.*

### Osymmetrisk vibration



### Symmetrisk vibration



### Orsaker till vibrationer

**Skytten:** Skytten själv orsakar svängningar som brukar hamna inom frekvensområdet 1 – 30 Hz, pulsfrekvensen brukar ligga mellan 1 och 2 Hz, dålig stabilitet i bågarmen orsakar frekvenser mellan 2 och 10 Hz, beroende av reaktionstiden, och muskeltremor hamnar mellan 10 och 30 Hz.

**Lemmarna:** Varje liten obalans i lemmarna kommer att orsaka en vibration efter skottet, i regel lätt att se som en rörelse i vertikalled hos nockläget. Frekvensen brukar hamna mellan 10 och 20 Hz, beroende av bågstyrkan och lemmarnas konstruktion. Den dominerande orsaken till lemvibrationerna är tillerfel, det skapar osymmetriska svängningar som kan fortsätta i flera sekunder.

**Strängen:** I viloläge har strängen en svängningsfrekvens omkring ett par hundra Hz, denna svängning brukar vara märkbar under någon sekund omedelbart efter skottet.

**Stocken:** När bågen dras upp och strängen sedan släpps är det inte bara lemmarna, utan också stocken som sätts i vibration. Den häftiga uppbromsningen när strängen plötsligt sträcks i slutet av skottet startar högfrekventa vibrationer i stocken (hög frekvens på grund av att stocken är mycket styv)

## Dämpning

En vibration kommer i princip att fortsätta tills den stoppas på något sätt. Uppbromsningen sker gradvis, och vibrationen sägs då vara dämpad. De flesta former av vibration är oönskade, och man vill alltså dämpa dem så fort som möjligt. Grundprincipen är alltid att överföra rörelseenergin i vibrationen till ett system som absorberar den utan att skapa nya vibrationer.

### Friktion:

Alla former av friktion dämpar rörelse genom att överföra rörelseenergin mer eller mindre direkt till värme. Friktionen är konstant, oberoende av rörelsehastigheten, vilket gör att rörelsen stannar upp i ett något obestämt läge. Ett sätt att använda friktion som dämpning i bågskytte är att använda sandfyllda stabbar, som fungerar genom friktion mellan sandkornen.

### Vätskedämpning, viskös dämpning:

Rörelse genom en vätska fordrar en kraft som är proportionell mot hastigheten, det gör vätskedämpning mycket lämplig i alla sammanhang där man vill ha en väl kontrollerad dämpning och en väldefinierad slutpunkt för rörelsen. En kolv eller en massa får röra sig i olja och överför sin rörelseenergi till oljan, där den omvandlas till värme. Större delen av energiöverföringen sker via vätskans viskositet, därav namnet viskös dämpning.

### Hysteres:

När man sträcker eller komprimerar ett flexibelt material, gummi till exempel, lagras energi i materialet. Varje gång materialet tillåts återvända till viloläget får man tillbaka större delen av energin i form av rörelse. Men en del försvinner i form av värme på grund av inre friktion i materialet. Det innebär att en sådan svängningsrörelse alltid kommer att vara dämpad. System som rör sig från ett tillstånd till ett annat, och tillbaka till exakt det första tillståndet, men med energiförlust, sägs uppvisa hysteres. Det finns till exempel gummiblandningar som har särdeles mycket hysteres, och som används för dämpningsändamål. En TFC brukar innehålla just den typen av gummi.

I praktiken kommer många material att ha dämpande egenskaper på grund av fler än en av ovanstående mekanismer. Kolfiberkomposit, mjukt skumgummi, trä mm

absorberar energi på flera olika sätt. En kolfiberstab kommer till exempel att absorbera högfrekventa svängningar efter skottet mycket snabbare och effektivare än en aluminiumstab.

Alla metoder för att dämpa svängningar är beroende av en och samma sak: att svängningen effektivt överförs till dämpmaterialet. För att förstå hur det kan gå till behöver vi införa ytterligare ett begrepp: resonans.

## **Resonans**

Vibrerande system – det må vara broar, vinglas eller långstabbar – har alltid minst en, oftast flera, naturliga svängningsfrekvenser, egenfrekvenser, som de kommer att svänga med efter någon form av störning. Resonans är ett tillstånd där två eller flera svängande system med lika eller näraliggande egenfrekvenser svänger tillsammans. Energi överförs då effektivt från det system som har den största svängningsenergin. Genom att överföra energi med hjälp av resonans kan man få en TFC eller någon annan komponent i stabiliseringssystemet att effektivt dämpa ut oönskade vibrationer.

Å andra sidan kan resonans också vara rena katastrofen, eftersom den också kan förstärka oönskade rörelser. Om till exempel en skytt med en muskeltremor vid 15 Hz råkar ha en resonans i bågsystemet med denna egenfrekvens, så kan han råka ut för att bågen kommer i kraftig svängning under riktandet. Bästa sättet att komma ur den situationen är förstås att försöka ändra bågens svängningsfrekvens så att den hamnar tillräckligt långt från skyttens. Compoundskyttar med högt letoff är särskilt utsatta för detta, en sådan båge med en lång långstab får lätt en låg egenfrekvens som gör allt siktande omöjligt. Compoundbågar har därför nästan undantagslöst betydligt kortare stabbar än rekurvbågar...

Att ändra en egenfrekvens är ganska enkelt. I stort sett alla förändringar i stabiliseringssystemet och bågen i övrigt påverkar egenfrekvenserna. Förutom ändringar av längd, styvhet och vikter i stabbarna påverkar också lemstyrkan och draglängden. Lättast att hantera är längd och viktändring på stabbarna, störst effekt har längdändring.

Det är inte lika lätt att avsiktligt stämma av till en resonans. Men medlen är desamma, ändra massa, styvhet eller längd på den del som ska trimmas. Svårigheten ligger i att hitta resonansfrekvensen, man måste sätta en del av systemet i vibration och se efter när den andra delen börjar svänga med. För att få bästa effekten av ett dämpsystem bör man ha stämt av det till resonans, dämpningen gör det dock svårt att se när dämparen sätts i vibration, man får i stället se på den del som ska dämpas, dess vibration upphör snabbare ju närmare resonans man kommer. Avstämningen är ganska kritisk, det är nästan nödvändigt att kunna göra små och kontinuerliga förändringar, en TFC brukar vara mycket lämplig som redskap.

## **Avstämd dämpning – mer om TFC**

Den kontinuerliga justeringen av styvheten hos en TFC ger möjlighet till ett stort avstämningsområde för vitt skilda behov. Spänn den hårdare och egenfrekvensen ökar, släpp efter på styvheten och frekvensen sjunker. Eftersom en TFC dessutom har mycket goda dämpningsegenskaper innebär det att kombinationen TFC/stab kan stämmas av inom ett stort frekvensområde för effektiv dämpning.



Prova själv: Montera en kortstab med TFC i bussningen vid övre lemfästet. Lossa på styvhetsinställningen så mycket som möjligt. Slå till på överlemmen med handen så att den börjar vibrera, och lägg märke till hur lång tid det tar tills den slutar. Spänn åt TFC:n lite i taget och se hur det påverkar dämpningen. Om du ser en minskning av vibrationstiden, fortsätt spänna åt inställningskruven och se hur det påverkar svängningen.

Ställ in TFC:n i det läge som gav den bästa dämpningen. Ändra vikten i kortstabben, minska eller öka den och se vad som händer.

Tabellen visar ungefär hur styvheten i en TFC bör ställas för olika ändamål:

Rörelse	Frekvens	TFC-styvhet	Stabblängd
Skakning i siktandet	Låg	Mjuk	Medium - lång
Lemvibrationer	Medium	Medium	Kort - medium
Stockvibrationer	Hög	Hård	Kort

## **Slutsatser**

Den enda komponent som har någon egentlig verkan i själva skottögonblicket är långstabben. Allt övrigt har betydelse i huvudsak före och efter skottet, och deras inverkan på skjutningen sker via skyttens reaktioner. Det betyder absolut inte att dessa komponenter inte är viktiga. Skyttens känsla vid riktandet, släppet och efter skottet betyder mycket mer för ett gott resultat än den ganska ringa inverkan som en stab kan ha under de 10 - 12 millisekunder som hinner förflyta från släppet tills pilen lämnar strängen. Mellan uppdragsfasen och släppögonblicket finns också en gråzon, där skyttens reaktion och släppeteknik har mycket stor betydelse. En välavvägd stabilisering gör bågsystemet mindre känsligt för dessa tekniker, men att bättra på sin skjutteknik är den enda rätta metoden i det fallet.

## **Slutord på vägen**

Stabilisering av olika utföranden erbjuder en oändlighet av inställningsmöjligheter för skytten att anpassa sin utrustning. Med lite eftertanke och experiment kan man kanske identifiera och eliminera de oönskade rörelser man är störd av i sin skjutning, och få en bättre känsla i skottet. Resultatet blir förstås en nöjd skytt, och kanske till och med fler skjutpoäng. Men kom ihåg att stabilisering aldrig får vara ett substitut för god teknik.

Alla rättigheter till detta material tillhör Steve Ellison. Det är tillåtet att göra utskrift och kopior för enskilt bruk. All publicering och distribution, kommersiell eller icke-kommersiell, av hela eller delar av materialet, fordrar mitt uttryckliga tillstånd och angivande av källan.

Det är osannolikt att jag skulle neka någon att använda mitt material i seriösa bågskyttesammanhang. Men jag vill gärna veta hur och var det används.

Steve Ellison, [steve@tenzone.u-net.com](mailto:steve@tenzone.u-net.com)