



**MEDICINSKA FAKULTETEN**

Lunds universitet

Institutionen för logopedi och foniatri

# **Registret mellan register**

**En jämförande studie av bröstregistret  
och mellanregistret hos kvinnor**

**Victoria Svensson**

**Ingrid Verduyckt**

**Logopedutbildningen, 2002  
Vetenskapligt arbete, 20 poäng**

**Handledare: Roland Rydell**

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
INLEDNING	1
HISTORIK	1
REGISTERINDELNINGAR I LITTERATUREN	3
GENOMGÅNG AV FYND FÖR REGISTERREGLERING	5
Intralaryngeal muskulatur	5
Hirano	5
Van Deinse	7
Extralaryngeal muskulatur	8
Stämveckens rörelsemönster	9
Stämveckslängd	9
Slutningsmönster och aerodynamik	9
Akustik och perception	11
Röstkällan och resonatorerna	12
Miller	12
Titze och de subglottala resonanserna	12
Egalisering	14
Om mellanregistret	14
METOD	16
Försökspersoner	16
Inspelning I	17
Inspelning II	17
Inspelning III	18
Perceptuell bedömning	18
Akustisk analys	19
Aerodynamisk analys	19
Fysiologisk analys	19
RESULTAT	20
Resultat för den perceptuella bedömningen	20
Resultat för den akustiska analysen	20
Resultat för den aerodynamiska analysen	21
Resultat för den fysiologiska analysen	21
DISKUSSION	27
Metod och resultatdiskussion	27
Utgångspunkt för undersökning av mellanregistret	27
Perceptuell bedömning	27
Akustisk analys	28
Aerodynamisk analys	29
Fysiologisk analys	29

Litteratordiskussion	31
Antal register	31
Registerteorier i litteraturen	31
Register eller klang ?	32
Egalisering	32
Talregister kontra sångregister	33
Slutsats och vidare forskning	33
TACK	34
REFERENSLITTERATUR	35
BILAGOR	
Bilaga 1	
Bilaga 2	
Bilaga 3	

## INLEDNING

Register används i både sång och tal. Man kan tala i knarregistret, skratta i falsett, växla mellan flera register när man gestaltar olika karaktärer i sagor, jodla på registerbrott och uppnå speciella effekter i sång genom tydliga registerskillnader. Oftast används registerterminologin när man pratar om sångrösten, men även logopedier använder sig av registernoteringar i sitt arbete. Så länge olika register används viljemässigt kan inte fonation i olika register räknas som patologiskt. Har man däremot ingen kontroll över sina register kan detta handla om en röststörning (Titze, 1994). Exempel på logopediska områden där registerbegreppet är en viktig parameter är mutationsstörningar, instabila röster och dysodi.

Är då registerbegreppet helt klart? Vid närmare granskning visar det sig att trots att begreppet register används så finns inte någon allmänt vedertagen definition på vad ett register är. Någon samstämmig terminologi vad gäller benämningen av olika register finns inte heller, däremot en uppsjö av olika termer. En enad syn på hur många register som finns i kvinnorrösten respektive mansrösten saknas också. En anledning till detta tror vi kan vara avsaknaden av objektiva kriterier för identifikation av register. Behovet av sådana kriterier är vida erkänt (Kitzing 1982).

Syftet med vår uppsats är att göra en sammanställning av den befintliga litteraturen om kvinnorröstens register samt att genom egna undersökningar försöka utreda om mellanregistret – ett register vars existens är omstritt i litteraturen – existerar eller inte och vad som i så fall skiljer det från bröstregistret.

Vår utgångspunkt har varit den litteratur som räknar mellanregistret som det register som följer det första registerskiftet (Sundberg & Kullberg, 1999; Hirano, 1970; Appelman, 1973). Vi har tagit hjälp av tre klassiskt skolade sångerskor som lätt har kunnat hitta sitt första registerskifte. Utifrån dessa två register, bröst- och mellanregistret, har vi sedan utfört tre olika analyser, en akustisk, en aerodynamisk och en fysiologisk analys, samt en perceptuell bedömning på ett inspelat röstmaterial från sångerskorna. De olika delarna i undersökningen grundar sig på Holliens registerdefinition (1974, omnämnd i Sundberg, 2001).

Vår hypotes är att vi kommer att finna skillnader av perceptuell, akustisk, aerodynamisk och fysiologisk natur mellan bröstregistret och det vi utgår från är mellanregistret.

## HISTORIK

Medvetenheten om register kan i litteraturen spåras till början av 1700-talet då en italienare vid namn Tosi beskrev sångtraditionens ideal att utjämna skillnaderna mellan register. Fram till 1800-talet talade man i första hand om två register, nämligen bröst- och huvudregistret. Namnen syftade på de kroppsdelar där tonerna tycktes resonera. Ett tredje register, mellanregistret, nämndes först i en text från 1803, *Méthode de Chant du Conservatoire de Musique* (omnämnd i Miller, 2000). Som namnet antyder placerades detta tredje register mellan bröst- och huvudregistret. Registrans existens förklarades genom dominans av olika resonatorer eller som beroende på att rösten produceras på olika platser. En man som företrädde det senare var De Garaudé som menade att en kvinnas tre register produceras i bröstet, övre delen av larynx eller i sinus frontalis (omnämnd i Miller 2000).

Med Garcia, laryngoskopets fader (Arnold, 1973), inleddes en ny epok med inriktning på det fysiologiska skeendet. Hans registerdefinition från 1847 citeras fortfarande ofta:

”By the word register we mean a series of consecutive and homogenous tones going from low to high, produced by the development of the same mechanical principle, and whose nature differs essentially from another series of tones equally consecutive and homogenous produced by another mechanical principle. All the tones belonging to the same register are consequently of the same nature, whatever may be the modifications of timbre or of force to which one subjects them” (Garcia, 1847 i översättning av Paschke, 1984, xxvi 1i).

Garcia menade att ett register är en serie intilliggande toner av samma kvalitet som frambringas genom en viss mekanisk princip och som skiljer sig från en annan serie toner frambringade genom en annan mekanisk princip. Genom att beskriva produktionen av register som något oberoende modifiering av klang eller styrka banade Garcia väg för ett fysiologiskt synsätt på register. Synsättet lägger tonvikt på det muskulära skeendet på laryngeal nivå. Det här synsättet har senare företrätts av bland andra Hirano, Colton och Hollien och Sonninen. Colton och Hollien menar i en artikel från 1973 att:

”The most complete description of a hypothesised vocal register should involve (1) a description of its acoustic signal (2) the percept wich listeners assign to that signal and (3) the underlying physiology of the event.” (Colton & Hollien, 1973, sid 106)

Ett år senare lägger Hollien ytterligare en parameter till definitionen:

”Ett röstregister är helt och hållet en laryngeal företeelse. Det består av en serie eller ett område av angränsande fonationsfrekvenser som kan fås att klinga likartat; registrens fonationsfrekvensområden går något omlott; definitionen av ett register måste stödja sig på akustiska, fysiologiska, aerodynamiska och perceptuella fakta” (Hollien, 1974 omnämnd i Sundberg, 2001, sid 69).

Inte förrän under andra delen av 1900-talet började man ana den komplexa rollen som ansatsröret spelar i registerreglering. Spektrumanalys fanns nu till hands och man kunde följa hur resonanserna i ansatsröret påverkade de enskilda deltonerna i rösten. På det här sättet kunde man nu se att många tränade sångare ställer in sina formanter efter särskilda deltoner i olika register. Detta var början på ett nytt synsätt inom registerforskning med en integrerad syn på register. Inte bara muskulära skeenden på laryngeal nivå tilldelades betydelse för registerfunktionen utan även ansatsrörets inställningar och resonanser (Miller, 2000). Forskare som undersökt register utifrån ett integrerat synsätt är bland andra Large och Miller.

## REGISTERINDELNINGAR I LITTERATUREN

Många register går under flera olika namn. En orsak är att forskarna har hittat på egna namn för att undvika att deras registerdefinitioner sammanblandas med gamla föreställningar som följer andra registerbenämningar. En annan orsak är att man tycker att en speciell term kan vara missvisande eller kanske lämpligare. Bröstregistret är ett exempel på ett register som har många namn. Det kallas även för modalregister, normalregister och tungt register (Lindblad, 1992). Det man åsyftar är det lägsta registret, knarregistret borträknat, det som oftast används i tal och även i sång inom flera genrer.

Knarr räknas ibland som ett register. I avseendet att knarr produceras vid en viss tonhöjd och kännetecknas av ett speciellt slutningsmönster kan man förstå varför det räknas som ett sådant. Å andra sidan kan man knarra vid nästan vilken tonhöjd som helst, även samman med andra register. Talar man om register i talrösten nämns ofta knarregistret, men ingen verkar räkna knarregistret som ett register som används i sångrösten. På grund av dess särställning kommer knarr inte att tas upp ingående i vår litteraturstudie.

Vanligtvis talar man om rösten som en helhet och delar inte upp den i talröst och sångröst. Hollien och Schoenhard (1983) gör dock en distinktion mellan de två och nämner knarr, modal och falsett som talregister och bröstregister, huvudregister och falsett som sångregister. De menar dock att tal- och sångregistren har mycket gemensamt och överlappar varandra. Modalregistret beskrivs som en slags normalröst, vilken skiljer sig från bröstregistret genom avsaknaden av känslan av vibrationer i trachea och sternum som följer bröstregistret.

Vi kommer nu att gå igenom olika författares registerindelningar samt var de menar att övergångarna sker. I tabell 1a och 1b presenteras tonnamn och frekvensangivelser för de fyra mest använda oktaverna.

I stort sett kan man gruppera de olika registerteorierna efter hur många register man räknar med. Företrädare för en-registerteorin ser rösten som en helhet utan registerbrott. Detta synsätt används av vissa sångpedagoger för att underlätta för elever i deras strävan efter helhet i rösten (Vennard, 1967). Vanligare är att räkna med två register. Exempel på författare med detta synsätt är Hollien och Schoenhard (1983) och Lindblad (1992). Även Miller (2000) utgår ifrån att det finns två övergripande register som bildas på laryngeal nivå, men hans teori innefattar dessutom ett antal andra register. Se nedan.

Den mest realistiska teorin enligt Vennard är att rösten har tre register, bortsett från knarregistret, som produceras genom distinkta larynxjusteringar. Detta synsätt är ofta förekommande. Med de vanligaste termerna kallar man då kvinnans register för bröst-, mellan- och huvudregistret, men även andra benämningar används. Vennard själv talar om bröstregistret, huvudregistret och falsett. Första registerövergången ligger vid C4 och den andra vid B4. Garcia (1847) kallar sitt mellersta register för huvudregistret, vilket han menar sträcker sig mellan G3 och D5. Appelman (1973) använder termen mellanregister för det mellersta registret och menar att dess omfång sträcker sig mellan E4 och C5. Schutte och Miller (1999) skriver om bröstregistret, falsett och visselregistret. Sonninen m. fl. (1999) talar om tre register i kvinnorösten. Enligt dem finns de olika övergångarna vid D<sup>#</sup>4 (Diss4)/F4 och D<sup>#</sup>5 (Diss5)/F5.

Det finns även forskare som menar att kvinnorösten har fler än tre register. Sundberg (2001) talar om bröstregistret, mellanregistret, huvudregistret och i vissa röster även visselregistret. Detta är mycket likt Millers indelning (2000) i bröstregistret, mellanregistret, det övre registret och flageoletregistret.

Hirano är en annan forskare som räknat med fler än tre register. Han delar in rösten i tunga och lätta register men förefaller växla i sin uppfattning om hur många och vilka register som ingår i dessa. Tungt register likställs i en artikel med modalregistret och lätt register med falssett (Hirano m. fl., 1970). Vennard och Hirano (1973) menar att huvudregistret och mellanregistret ingår i de lätta registren men i en sammanfattning av sina egna studier menar Hirano att modalregistret kan delas upp i bröst-, mellan-, och huvudregister. Tillsammans med falssett blir detta fyra register (Hirano, 1981). Det är dock oklart om Hirano menar att indelningen av rösten i fyra register förutom knarregistret bara gäller mansrösten eller även kvinnorösten. I en senare artikel nämner han bara tre register för sopranen: bröstregister, mellanregister och huvudregister (Hirano, 1988). Man kan ifrågasätta varför Hirano använt sig av olika registerindelningar. Möjligen är det ett tecken på att han ändrat uppfattning efter nya fynd i forskningen. Man kan anta att forskare kommer att fortsätta revidera sin syn allteftersom forskningen fortskrider och registerdefinitionen blir klarare.

Oktav-beteckning	Lilla Oktaven							1-strukna oktaven						
<b>Svensk tonbeteckning</b>	c	d	e	f	g	a	h	c <sup>1</sup>	d <sup>1</sup>	e <sup>1</sup>	f <sup>1</sup>	g <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	H <sup>1</sup>
<b>Internationell tonbeteckning</b>	C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	F <sub>3</sub>	G <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>
<b>Frekvens i Hertz</b>	131	147	165	175	196	220	247	262	294	330	349	392	440	494

**Tabell 1a:** Svensk och internationell tonbeteckning samt frekvensangivelse för lilla och 1-strukna oktaven.

Oktav-beteckning	2-strukna oktaven							3-strukna oktaven						
Svensk tonbeteckning	c <sup>2</sup>	D <sup>2</sup>	e <sup>2</sup>	f <sup>2</sup>	g <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	h <sup>2</sup>	c <sup>3</sup>	d <sup>3</sup>	e <sup>3</sup>	f <sup>3</sup>	g <sup>3</sup>	a <sup>3</sup>	h <sup>3</sup>
Internationell tonbeteckning	C <sub>5</sub>	D <sub>5</sub>	E <sub>5</sub>	F <sub>5</sub>	G <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	D <sub>6</sub>	E <sub>6</sub>	F <sub>6</sub>	G <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	B <sub>6</sub>
Frekvens i Hertz	523	587	659	698	784	880	988	1047	1175	1319	1397	1568	1760	1976

Tabell 1b: Svensk och internationell tonbeteckning samt frekvensangivelse för 2-strukna och 3-strukna oktaven

## GENOMGÅNG AV FYND FÖR REGISTERREGLERING

### Intralaryngeal muskulatur

#### Hirano

Många forskare har undersökt aktiviteten i den laryngeala muskulaturen i jakt på en förklaring till registerreglering. Hirano m. fl. (1970) har utfört studier kring aktiviteten i larynx inre muskulatur där han särskilt analyserat hur olika musklers aktivitet påverkar stämveckens struktur och vilken betydelse denna påverkan har vid registerreglering. I en studie där han genom EMG-mätningar undersökte den muskulära aktiviteten i den inre laryngeala muskulaturen hos sångare fann han att registerfunktionen främst regleras med vokalismuskeln, VOC, och cricothyroidmuskeln, CT.

Vid ett registerskifte från ett tungt (lågfrekvent) till ett lätt register (högfrekvent) minskar den totala aktiviteten i larynx inre muskulatur. Minskningen av VOC-aktiviteten är systematisk och märkbar, däremot är minskningen av CT-aktiviteten inte lika systematisk eller stor men den har aldrig visat sig öka om inte en stor samtidig frekvenshöjning skett. En sådan spänningsökning förklaras av att CT vid sång i bröstregistret spänns gradvis i takt med att frekvensen höjs. Vid övergången till falsett minskar spänningen direkt efter registerskiftet, men ökar återigen vid vidare frekvenshöjning. Även aktiviteten hos muskler som inte räknas som avgörande vid registerreglering minskar vid registerskifte till lättare register. Dessa muskler är bland andra laterala cricoarytenoidmuskeln, LCA och interarytenoidmuskeln, IA. Vid registerskifte från ett lätt register till ett tungt ökar aktiviteten märkbart hos VOC och även hos CT, dock inte i lika hög grad. LCA och IA visar också på större aktivitet i tyngre register.

VOC och CT är antagonister. Hirano anser att det särskilt är förhållandet i aktiviteten dessa två muskler emellan och deras påverkan på stämveckan som styr registerfunktionen. Då VOC är spänd kortas stämveckan och tjocknar, kanterna rundas. Muskeln, "body" spänns men slemhinnan och vokalligamentet, "cover" och "transition", slaknar. Då CT är spänd sträcks stämveckan ut och blir tunna, kanterna blir skarpa. Body är spänd liksom cover och transition. I de lätta registren finns en proportionerligt större CT-aktivitet. Stämveckan som är tunna och



utsträckta samt spända får ett sinusliknande slutningsmönster där glottis aldrig sluts fullständigt (Hirano, 1970). Vennard (1967) förklarar utsträckningen av stämveckan i de lätta registren med att VOC-aktiviteten minskar så att det blir möjligt för CT att sträcka ut vokalligamentet.

Ett förslag till kategorisering av lätta och tunga register är att se på lätta register som primärt aerodynamiska eftersom muskelaktiviteten är mycket låg och det är luftflödets mängd som spelar den avgörande rollen för att få till fonation. Tunga register skulle däremot kunna ses som myoelastiska eftersom luftflödet är ganska litet och det är muskelspänningen som spelar den avgörande rollen för fonation (Vennard & Hirano, 1973).

Hirano (1988) har utarbetat en modell för den muskulära aktivitetens fördelning i tunga register respektive lätta register med avseende på VOC och CT (fig. 1). Med modellen försöker han att förutom en beskrivning av registerreglering även ge en förklaring till de registerbrott som ofrivilligt kan uppstå mellan två register. När styrkebalansen mellan aktiviteten i de båda musklerna förändras gradvis är registerskiftet svårt att upptäcka. Om förhållandet istället förändras abrupt blir skiftet märkbart och ett registerbrott uppstår. Modellen saknar dock förklaring till varför den här muskelbalansen verkar vara så svår att kontrollera.

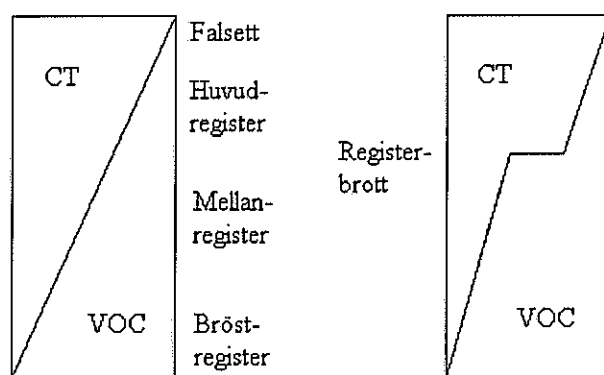


Fig. 1: Hiranos modell för samspelet mellan CT och VOC vid registerreglering (Hirano, 1988).

Vid undersökning av register möter man på flertalet svårigheter. En är att det är svårt för sångare att frambringa registerskiften utan att för den skull ändra intensitet eller frekvens. Hirano m. fl. (1970) menar att förändringar av intensitet och frekvens i samband med undersökning av register gör resultaten mindre tillförlitliga då de även visar på andra regleringsfunktioner hos musklerna än just registerreglering. En annan svårighet är att finna försökspersoner som dels uppfyller kriterierna och dels är villiga att ställa upp på undersökningar, vilket ofta leder till att studierna utförs på ett alltför litet antal försökspersoner. I studien från 1970 hade Hirano till sin hjälp fyra sångare: två sopraner, en tenor och en bas. Bara tre av dem kunde genomföra alla undersökningarna och i många av undersökningarna var det bara den ena sångarens resultat som visade klara tendenser. Detta gör Hiranos forskning svår att tillämpa och forskningsresultaten revideras ofta. När Hirano (1981) sammanställer sina egna studier sedan tio år tillbaka kan han till exempel inte dra några generella slutsatser angående CT-aktiviteten utan kommer fram till att CT inte visar några konstanta förändringar korrelerade till registerreglering. Några år senare har

Hirano (1988) genom nya studier tyckt sig finna klara resultat för CT:s betydelse för registerreglering.

### Van Deinse

En annan forskare som studerat laryngeal muskelaktivitet vid registerreglering är J. B. van Deinse. Van Deinse har en egen registerdefinition:

”Ett register är en serie intilliggande toner med samma klang.” (van Deinse, 1981, sid 37  
översättning av författarna)

Trots att hans definition i grunden är perceptuell har han främst inriktat sin registerforskning på aktiviteten i larynx inre muskulatur. I en studie från 1981 undersökte han muskelaktiviteten i bröstregistret respektive falsett hos män och bröst- respektive huvudregistret hos kvinnor med EMG. Van Deinses huvudregister motsvarar Hirano och Vennards falsett. Dessa register väljer van Deinse att kalla för första ordningens register. Han påstår sig se en total relaxation av alla muskler i övergången mellan dessa register. Detta är ett fynd som inte rapporterats i den övriga litteraturen vi har haft tillgång till. Tvärtom understryks att en total relaxation av musklerna aldrig uppvisas (Vennard, 1967), även om en klar aktivitetsminskning ibland förekommer (Hirano, 1981). Då resultaten av EMG-aktivitet inte redovisas i van Deinses artikel är det svårt att värdera studien.

Förutom första ordningens register pratar van Deinse också om andra ordningens register eller mellanregistret. Detta har sitt ursprung i kvinnans huvudregister. Mellanregistret eller andra ordningens register menar han är samma sak som ibland kallas för ”covered voice” av andra forskare. Detta register skulle enligt honom produceras genom en ökad spänning av CT, vilken tänks agera som extra sträckare av stämvecken, samt en sänkning av larynx. Förändringar av larynx vertikala position vid registerskifte är något som senare observerats av Sonninen och Hurme (1999) och Miller (2000). En ökad spänning av CT är något som uppstår naturligt på höga toner i mannens bröstregister och falsett och i kvinnans huvudregister, men kan användas medvetet även vid lägre frekvenser (van Deinse, 1981).

Van Deinses beskrivning av mellanregister visar fysiologiska likheter med det manliga huvudregistret och det kvinnliga mellanregistret så som Vennard och Hirano (1973) beskriver dem. Dessa register definieras som en aktivitetsökning av CT i tonområdet där bröst och falsett överlappar med varandra. CT-aktiviteten i det kvinnliga mellanregistret respektive manliga huvudregistret uppges vara större än i både bröstregister och falsett. Det som skiljer van Deinses mellanregister från Vennard och Hiranos är frekvensen som respektive författare anger för registerskiftet till mellanregistret. Vennard och Hirano menar att mellanregistret börjar vid 294 Hz, D4, medan van Deinses menar att det börjar vid 523 Hz, C5.

Övergången till van Deinses mellanregister, vid C5, stämmer frekvensmässigt bättre överens med Vennard och Hiranos ”covered voice” än deras mellanregister. Termen ”covered voice” används inom sångfältet för att beskriva ett särskilt sångsätt. Det råder delade uppfattningar om vad som är ”covered voice”. Man skulle kunna tänka sig att van Deinses mellanregister som han menar ibland kallas för ”covered voice” faktiskt motsvarar Vennard och Hiranos ”covered voice”.

Vennard och Hirano beskriver dock inte "covered voice" utifrån ett laryngealt perspektiv likt van Deinse utan menar att det är en klangskillnad som beror på en lägesomställning i ansatsrörets resonatorer. Trots att van Deinses artikel saknar metodbeskrivning har vi valt att redogöra för hans teori därför att den delvis visar på samma tendenser som andra forskningsresultat. Till exempel har sänkning av larynx vid registerskifte observerats i studier av Sonninen m. fl (1999). Andra forskares resultat brister också i tillförlitlighet gällande exempelvis antal försökspersoner och storlek på material.

## **Extralaryngeal muskulatur**

Sonninen m. fl. (1999) har förutom stämveckslängdens förändring vid frekvenshöjning i olika register intresserat sig för larynx yttre muskulatur. Den yttre muskulaturen har än så länge bara undersökts i en studie gjord på en sångerska. Trots att resultaten i denna studie inte kan jämföras med andra liknande studier och att den utförts på endast en försöksperson väljer vi att presentera resultaten då vi tror att studier på larynx yttre muskulatur kan bidra med viktig information om registerreglering.

Mätningarna i studien har gjorts utifrån utvalda mätpunkter på mandibeln, hyoidbenet, thyroïdbrosket, arytenoidbrosket och cricothyroïdbrosket. Författarna har genom att mäta avståndet mellan dessa olika punkter försökt beskriva de olika benens rörelser samt olika musklers aktivitet. Testet utfördes på fonation i olika frekvenser, intensiteter och register. Författarna kunde observera två registerskiften hos försökspersonen, ett vid primo passagio: D<sup>#</sup>4 (Diss4) -F4, och ett vid secundo passagio: D<sup>#</sup>5 (Diss5) -F5. Passagio är en sångterm som betecknar registerövergång. Vi använder termen när författaren själv har valt att använda den. Här räknar alltså Sonninen med tre register som frekvensmässigt stämmer överens med exempelvis Appelmans frekvensangivelser (1973) för bröstregister, mellanregister och falsett.

Resultaten visade att abrupta och stora förändringar skedde i både den yttre och inre laryngeala muskulaturen vid registerskiftena medan förändringarna skedde gradvist under ett och samma register. Hyoidbenet rörde sig bakåt uppåt i takt med att frekvensen höjdes men vid första registerskiftet sänktes det och började återigen höjas fram till nästa registerskifte. Efter detta började hyoidbenet röra sig bakåt nedåt med vidare frekvenshöjning. Larynx uppvisade också oregelbundenhet i sina rörelser vid registerskiftena. Fram till och med första registerskiftet höjdes den vertikala larynxpositionen då en plötslig sänkning inträffade. Efter första registerskiftet visade larynx tendens att sänkas ytterligare med frekvenshöjning för att efter andra registerskiftet höjas igen med frekvenshöjning. Sänkning av larynx i mellanregistret har även observerats av Miller (2000). Van Deinse (1981) fann också en sänkning av larynx, dock vid C5 vilket skulle motsvara falsett hos Sonninen. Avståndsförändringarna som uppmättes mellan thyroïdbrosket och arytenoidbrosken samt cricothyroïdbrosket och arytenoidbrosken bekräftar tidigare fynd om relationen mellan stämveckstjning och frekvenshöjning i olika register. Dessa fynd pekar åt att registerreglering är mycket komplicerat och antagligen inte kan förklaras enbart utifrån den inre laryngeala muskulaturen utan att även muskler i den yttre laryngeala muskulaturen är involverade i registerreglering. Därför måste en förklaringsmodell som enbart beaktar den inre laryngeala muskulaturen, liksom Hiranos modell (fig. 1), betraktas som en förenkling.

## Stämveckens rörelsemönster

### Stämveckslängd

En annan laryngeal utgångspunkt i registerforskning har varit att undersöka stämveckens längdförändringar i olika register, ett fenomen som undersökts i ett flertal studier. Hollien (1960, 1962, omnämnd i Hollien m.fl., 1971) fann att det existerar ett samband mellan stämveckslängden och grundtonsfrekvens samt att förlängningen eller snarare töjningen av stämveckan inte sker mjukt utan stegvis. Detta har senare bekräftats av Sonninen och Hurme (1998).

Hollien m. fl. (1971) fann i en studie resultat som bekräftade tidigare observationer att längdförändringar på stämveckan i falsett verkar vara individuella och inte följa ett bestämt mönster. Stämveckens längd ökar systematiskt under hela modalregistret (bröstregistret) medan längdförändringen i falsett kan uppvisa tre möjliga mönster. Det vanligaste mönstret är att stämveckan kortas i registerskiftet och sedan fortsätter minska i längd med grundtonshöjning. Stämveckens längd står enligt denna studie inte i samband med grundtonsfrekvenshöjning i falsett som det gör i bröstregistret.

Sonninen och Hurme (1998) har också studerat stämveckens längdförändringar associerade med frekvenshöjning och register. De använde sig i sina undersökningar av ett normaliserat mått på stämveckens töjning. De fann att stämveckstöjningen hade ett samband med höjning av grundtonsfrekvens. De fann också att kvinnor hade en proportionerligt större stämveckstöjning än män särskilt i låga och i höga frekvenser. I en tidigare studie undersökte de stämveckstöjningen tillsammans med E. Vilkmann (1992) vid registerskiftet från bröst till falsett hos sångerskor och icke-sångerskor samt hos sångare och icke-sångare. I frekvensområdet F<sup>#</sup>4 till F5 var ökningen av töjningen stadig hos både sångerskorna och icke-sångerskorna, men efter frekvensen där skifte till falsett skedde höll sig töjningen konstant hos båda de kvinnliga grupperna. Inte förrän vid B5 uppvisades skillnader då töjningen i sångerskornas stämveck minskade vid frekvensökning medan töjningen i icke-sångerskornas stämveck fortsatte öka. Hos männen visades en likartad stämveckstöjning för både sångare och ickesångare upp till D5. Töjningen ökade konstant med frekvenshöjningen. Efter D5 finns bara data för en sångare. Hans töjningsmönster överensstämde med det som Hollien (1960, omnämnd i Hollien m.fl. 1971) observerat som det vanligaste, nämligen att töjningen minskar med vidare frekvenshöjning efter skifte till falsett. Dessa resultat kan inte bevisa något konstant töjningsmönster i falsett. Det är därför möjligt att längdförändringar på stämveckan vid frekvenshöjning i falsett kan vara individuella.

### Slutningsmönster och aerodynamik

Ett annat sätt att studera röstkällans förändringar vid registerskiften är att undersöka hur stämveckens slutningsmönster skiljer sig åt i respektive register. 1998 genomförde Murry m.fl. en studie på fyra män och fyra kvinnor som sjöng isoparametriska toner på ett /i/ i modalregistret och falsett. En isoparametrisk ton är en ton som kan sjungas med samma frekvens och samma intensitet i två olika register (Large, 1973). Enligt Murry uppstår registerskifte mellan dessa två register vid ca C<sup>#</sup>5 (Ciss5) hos både kvinnor och män vilket motsvarar övergången från

mellanregistret till falsett hos bland andra Hirano och Miller. I studien undersöktes slutningsgraden och formen på glottis under respektive register samt hur luftflödet genom glottis varierar med slutningsgrad. Stämveckens rörelsemönster spelades in parallellt med luftflödesmätningen. Detta är den enda studien oss veterligen som sätter stämveckens slutningsmönster i relation till register.

Resultaten visade en tydlig skillnad i stämveckens slutningsgrad mellan modalregistret och falsett hos både män och kvinnor. Slutningen var genomgående större i modalregistret. Även i modalregistret kunde ofullständig slutning observeras, vilket föreslås vara normalt vid fonation i höga frekvenser både i modalregistret och i falsett. Den parallella flödesmätningen visade föga överraskande att luftflödet korrelerar med glottisslutning. En större slutning, som i modalregistret, ger ett lägre flöde än en mindre slutning, som i falsett. Författarna drog slutsatsen att luftflödet speglar glottisslutning och att den perceptuella skillnaden mellan de två registren således beror på adduktionen av stämvecken. Resultaten kan jämföras med Larges m.fl. resultat (1970) från en aerodynamisk studie där han fann ett betydligt större luftflöde i mellanregistret. Ökningen av luftflödet från bröstregistret till mellanregistret sträckte sig från 1,30-3,66 gånger bröstregistrets värde. Vid övergång från mellanregistret till bröstregistret sträckte sig luftflödets minskning från 1,2 – 2,0 gånger mellanregistrets värde. Detta visar att luftflödesökningen från bröstregistret till mellanregistret är större än minskningen från mellanregistret till bröstregistret, vilket pekar på att register kan färgas av varandra.

Murry ville i ovanstående studie även undersöka formen av glottisslutningen i de båda registren. Ingen konsekvent formskillnad associerad till de olika registren kunde påvisas. Man kunde inte heller påvisa någon korrelation mellan luftflödet och slutningsformen.

Kitzing (1982) har också studerat stämveckens rörelsemönster. Han har främst undersökt förhållandet mellan slutenkvot och öppenkvot och register. Undersökningarna gjordes genom kombinerade fotoglottografiska och elektrogloggografiska inspelningar av stämveckens vibrationer under fonation. Han undersökte en otränad sångares bröstregister och falsett och fann en öppenkvot på 0,60 i bröstregistret och på 1,00 i falsett. En öppenkvot på 1,00 visar att glottis aldrig sluter helt, vilket betyder att Kitziings resultat stämmer med Murrays resultat (1998). Resultaten visar på samma tendens som Miller (2000) observerat angående öppenkvoten i bröstregistret och falsett. Kitzing observerade dessutom en ökad hastighetskvot strax före registerövergången till falsett samt en minskning av den direkt efter övergången. Detta föreslås bero på en ökning av tonus i adduktormuskulerna vid hög tonhöjd i bröstregister och en minskning av tonus i falsett. Resultaten skulle, om antagandet är rätt, stämma överens med Hiranos m.fl. slutsatser (1970) om VOC minskade aktivitet i lätta register. Sundberg och Kullberg 1999 är andra forskare som har undersökt öppenkvotens relation till register. De fann i sin studie där otränade sångerskors bröstregister och mellanregister undersöktes genom inversfiltrering en ökad öppenkvot i mellanregistret.

Även om ovanstående studier av stämvecksvibrationens öppenkvot, slutenkvot och luftflöde har gjorts på olika register med skiftande mätningssapparat kan en trend observeras. Genomgående visar resultaten på att öppenkvoten och luftflödet är större i lätta än i tunga register.

## Akustik och perception

Large (1973) fann att en skillnad mellan bröst- och mellanregister hos kvinnor bland annat beror på fördelningen av energin på deltoner över tredje deltonen. Genom att låta sångerskor sjunga toner på E4 i bröst- och mellanregistret och sedan göra spektrum på dessa såg han att delton 4 och 5 hade mer energi i bröstregistrets spektrum. Grundtonen var starkare i mellanregistret. Även egaliserade toner uppvisade detta spektrala mönster, men hade totalt mer energi i deltonerna. Bröstregistret har starkare höga deltoner än mellanregistret, det vill säga källspektrums lutning är brantare i mellanregistret (Large, 1970). Det var utifrån dessa resultat Large drog slutsatsen att mellanregistret har en större öppenkvot. Han tänkte sig även att VOC går från en kort och tjock konstellation i bröstregistret till en tunn och smal i mellanregistret vilket stämmer med Hiranos observationer (1970) av VOC. Eftersom det är väletablerat att källspektrums lutning har en direkt korrelation med öppenkvoten (Löfqvist, 1990) kan resultaten från Larges akustiska studie jämföras med resultaten från andra författares aerodynamiska studier (Kitzing, 1982; Sundberg & Kullberg; 1999; Miller, 2000).

Large (1973) har också studerat register genom perceptuella bedömningar. Han fann en hög reliabilitet hos professionella lyssnare när det gällde att avgöra vilket register toner sjungs i. Large och Shipp (1973) har även undersökt hur källspektrums lutning påverkar den perceptuella förmågan att registerbestämma toner. De lät en lyssnarpanel lyssna på isoparametriska toner där hela spektrat fanns kvar samt på toner som är lågpasfilterade vid 1400 Hz, det vill säga att deltoner från och med den femte är bortklippta. Resultaten visade att lyssnarna hade mycket svårare att skilja på de filterade tonerna. Detta stärker Larges teori (1973) om de högre deltonernas roll för registerreglering.

I sin studie om mellanregistret hos otränade sångerskor har Sundberg och Kullberg (1999) använt sig av perceptuella bedömningar för att lokalisera möjliga registerskiften. Försökspersonerna fick sjunga en uppåtgående skala i ett omfång som antogs täcka både bröst- och mellanregistret. Skalan sjöngs en gång i piano, en gång i mezzoforte och en gång i forte av varje försöksperson. En lyssnarpanel fick sedan bedöma mellan vilka toner på skalan registerskiftet inträffade. Av 33 stimuli var det endast 11 som bedömdes samstämmigt av mer än 2/3 av lyssnarpanelen. Detta är ett resultat som pekar på att registren skulle vara svåra att skilja åt perceptuellt. Sundbergs studie baseras på otränade sångerskor som inte fått i uppgift att göra en medveten registerövergång, vilket gör att man kan ifrågasätta om registerskifte verkligen skett i de stimuli som inte identifierades konsekvent, de 11 konsekvent identifierade stimuli var kanske de enda med en faktisk registerövergång. Av de konsekvent identifierade registerskiftena var det bara ett som sjöngs med låg intensitet, detta kan visa på att registerskiften i toner med låg intensitet inte finns eller åtminstone inte är lika framträdande som i toner med stark intensitet. Detta fenomen har tidigare observerats av Sonninen m.fl. (1999). Då Sundbergs studie är uppbyggd på ett annat sätt och enligt andra premisser än de övriga studierna tycker vi inte att Sundbergs resultat motsäger att bröst- och mellanregister kan skiljas åt perceptuellt.

## Röstkällan och resonatorerna

### Miller

Miller (2000) menar att det finns två typer av register som skapas på olika sätt. Två register skapas laryngealt, bröstregistret och falsett. Grunden till registren ligger i röstkällan. Både män och kvinnor övergår till falsett runt 300 Hz. Många andra forskare har funnit ett registerskifte vid ungefär denna frekvens (Sonninen m.fl., 1999; Sundberg & Kullberg, 1999; Hirano, 1970; Titze, 1994). Millers falsett är inte ett eget register i samma bemärkelse som när många andra använder ordet. Det indelas nämligen i ett antal andra register, se nedan. Följande skiljer bröstregistret från falsett: slutenvokalen är längre i bröstregistret, kontaktytan mellan stämvecken vertikalt är större, källspektrums lutning faller mindre brant och muskelspänningen är balanserad på skilda sätt i de båda registren. Dessa parametrar tas ofta upp som de som skiljer bröstregistret från falsett eller tyngre register från lättare.

Den andra typen av register baseras på ett skifte av den eller de mest dominanta resonanserna i ansatsröret. Totalt finns det då fyra register i kvinnorrösten enligt Miller. Nedan följer en kort beskrivning av dem:

1. Bröstregistret: Används oftast i toner upp till D4. Kan dock användas i toner som är upp till en oktav högre inom vissa genrer. Den glottala resistansen är hög, vilket gynnar ett högt subglottiskt tryck och stark intensitet. Röstkällan är inställd på bröstregistret.
2. Mellanregistret: Används från D4 till D5-F5. Övergången från bröstregistret till falsett är även övergången till mellanregistret. Från och med detta register används alltså "falsettkällan".
3. Det övre registret (upper): Används ifrån F5 till B5-C6. Vid dessa höga frekvenser är det svårt att höra vokalfärg. Ett typiskt drag för registret är en tendens hos sångarna att justera F1 så den kommer närmre den andra deltonen på öppna vokaler.
4. Flageolet: Det högsta registret i kvinnorrösten. Alla kan inte hitta detta register. Vokalfärgen försvinner helt.

Individuella skillnader förekommer i fråga om hur tydliga registerskiftena är. Som ett sätt att utjämna skillnader mellan register föreslår Miller att man kan kombinera larynxinställningen för ett register med den typiska ansatsrörsinställningen för ett annat register. Ett annat sätt är att justera stämvecksmassan till att bli mer lik det föregående registrets inställning.

### Titze och de subglottala resonanserna

Enligt Rothenberg (1981) kan man inte skilja på ljudkällans och ansatsrörets roll då man undersöker rösten. Miller tar detta i beaktande då han även tittar på ansatsrörets roll för registerreglering. Han menar att några register baseras på skiften av vilka resonanser som är mest dominant i ansatsröret. Det finns även teorier som behandlar resonanser på subglottal nivå. Ett exempel på en sådan teori eller hypotes är Titzes subglottala teori. (Titze, 1988, 1994). En kort beskrivning av Titzes syn på register följer innan vi redogör för den subglottala hypotesen.

Titze (1988, 1994) talar om två sorters registerövergångar. Den första kallar han för en periodicitetsövergång. Innan övergången kan man höra varje enskild puls och över den blir tonen sammanhängande. Denna övergång skiljer knarregistret från bröstregistret. Den andra sortens övergång är en klangövergång som kännetecknas av en abrupt minskning eller ökning av högfrekvent energi i ett spektrum, dvs. en förändring av spektrats lutning. Den fysiologiska motsvarigheten till detta är graden av stämvecksslutning. Titze menar att primo passagio och secondo passagio är sådana övergångar. Dessa ligger enligt Sonninen (1999) i kvinnorösten vid D<sup>#</sup>4 (Diss4) – F4 Hz och D<sup>#</sup>5 (Diss5) - F5.

Det som gör Titze speciellt intressant i registersammanhang är hans hypotes att subglottala resonanser framkallar registerövergångar. Redan 1960 skrev van den Berg om den första subglottala resonansen som han ansåg ha en frekvens på 300 Hz. Antagandet grundades på experiment utförda på fripreparerade hundlarynx. Hirano och Vennard (1969) använde senare denna siffra och sammankopplade den med register. Senare undersökningar har dock bestämt frekvensen till 500-600 Hz, vilket gör Hirano och Vennards teori något felaktig. Titzes hypotes går ut på att det finns resonanser i trachea som kan påverka stämveckens vibrationer. Resonanserna som egentligen är tryckförändringar tros påverka vibrationerna för bröstregistret positivt men missgynna vibrationerna och klangen i falsett. Hur går då detta till? Enkelt förklarar förstärker de subglottala resonanserna stämvecksvibrationerna när det subglottala trycket är positivt under glottis öppningsfas. Trycket underlättar alltså öppnandet genom att ge det en extra skjuts. Är det subglottala trycket positivt under stämveckens slutningsfas missgynnas däremot vibrationen och därmed klangen. Enligt uträkningar skulle tonerna runt D3 och D4 vara maximalt gynnsamma för bröstregistret medan tonerna vid G<sup>#</sup>3 (Giss3) och C5 skulle vara mindre lämpliga för fonation i bröstregistret. Detta stämmer väl överens med de tonangivelser som vanligen anges för bröstregistrets användningsområde. För närmare förklaring till hur de exakta frekvenserna räknats ut hänvisas till referenslitteraturen (Titze, 1994 sid 267).

Kan man göra något för att lindra effekten de subglottala resonanserna ger på källspektrums lutning? Titze menar att man kan utjämna effekten något genom att påverka de supraglottala resonanserna. Dessa är mycket lätta att påverka genom att förändra artikulationen. Inom en och samma vokalkategori kan man förändra den första eller andra supraglottiska formanten med så mycket som 50-100 %. Till exempel kan man sänka F1 så den närmar sig grundtonen genom att sänka larynx eller ändra läpprundningen (Sonninen m.fl. 1999).

Titzes argument som stödjer den subglottala teorin är att lokaliseringen av registerövergångar stämmer överens med mångas uppfattning om var de finns samt att antalet registerövergångar kan förutbestämmas. Ett annat argument är att sångare ofta använder tekniken att egalisera genom adduktionsreglering eller vokaländring.

Hypotesen om subglottala resonanser förklarar dock inte varför thyroarytenoidmuskeln, TA, minskar i aktivitet vid toner över F4. 1994 lade Titze därför fram en andra hypotes som han kallade för "Maximum Active Thyroarytenoid Stress". Denna förklarar främst en registerövergång och går ut på att övergången från modal till falsett sker när spänningen i TA inte kan ökas mer. På låga frekvenser är TA-aktiviteten högre än CT-aktiviteten. Allt eftersom frekvensen höjs nås den maximala aktiviteten i TA-muskulaturen vilket gör det svårt att fortsätta frekvenshöjningen genom ökad muskelaktivitet. Minskar man istället aktiviteten i TA när man nästa register och kan fortsätta frekvenshöjningen. Sker detta abrupt uppstår ett hörbart



registerbrott. Men om man börjar minska TA-aktiviteten gradvis vid en lite lägre frekvens där maximal spänning inte hunnit uppnås får man en mjuk övergång som inte alltid är hörbar. Mer forskning behövs dock för att bestämma hur mycket spänning TA-muskulaturen klarar av innan man kan bejaka hypotesen. Det är dock möjligt att den akustiska teorin om subglottala resonanser och en neuromuskulär förklaring av register kan samexistera (Titze, 1994).

## **Egalisering**

Ett kompletterande sätt att försöka urskilja vad som skiljer register åt är att undersöka hur man gör för att egalisera. Egalisering innebär att man gör olika områden i röstens så lika varandra som möjligt för att utjämna hörbara skillnader mellan dem. Large m. fl. (1970) har gjort aerodynamiska studier av tonpar som visat att egalisering av registerklang korrelerar väl med egalisering av skillnader i luftflödet. Detta visar att egalisering åtminstone till viss del är något laryngealt som kan vara relaterat till medial adduktion av glottis. Titze (1994) tänker sig att egalisering kan ha antingen en laryngeal eller en resonatorisk grund. Den laryngeala egaliseringen skulle ske genom en justering av stämvecksadduktion medan den resonatoriska antas bero på justeringar av ansatsröret. Miller (2000) föreslår att egalisering kan uppnås genom en justering av stämvecksmassan. Han föreslår också att egalisering kan åstadkommas genom att larynxinställningen för ett register kombineras med ansatsrörets inställning för ett annat, vilket representerar en integrerad syn.

I en studie av Large (1973) undersöktes möjligheten att egalisera genom att stärka deltoner som är karakteristiska för ett annat register genom vokalskillnader. Detta gjorde han genom att låta en fonetiker bedöma vokalfärgen perceptuellt på isoparametriska toner tagna i bröstregistret och mellanregistret. Då många av sångarna inte hade ändrat vokal mellan de olika registren fann han inget stöd för att egalisering skulle ske genom ändring av vokal. Detta behöver dock inte betyda att förändring av enskilda deltoners energi inte sker vid egalisering. Titze (1988) fann att man inom en och samma vokal kan förändra den första eller andra supraglottiska formanten med så mycket som 50-100 % utan att byta vokal.

## **Om mellanregistret**

Vad utmärker då mellanregistret? Och har alla kvinnor ett mellanregister? Hollien och Schoenhard (1983) menar att mellanregistret främst finns hos otränade sångerskor men att det är möjligt att tränade sångerskor kan producera det viljemässigt vid behov. Vennard (1967) menar precis tvärt om, att de flesta nybörjare behöver hjälp med att hitta sin "mellanröst". Genom att säga att mellanregistret främst finns hos otränade sångerskor antyder man endera att register tas bort vid egalisering eller att man av någon anledning inte använder sig av röstens alla register som sångerska. Titze (1994) menar dock att mellanregistret är det register som är lämpligast för kvinnan att sjunga i. Det är ett neutralt register som ger sångerskan stora möjligheter att ge ett personligt uttryck i sången.

Mellanregistrets omfång bestäms inte exakt likadant mellan olika forskare. Detta kan bero på individuella skillnader hos försökspersonerna, samt huruvida författaren uppger omfånget som

kan tas i mellanregistret eller tonen där övergången mellan olika register oftast sker. Exempel på toner som angetts är E4 – C5 (Appelman, 1973), D4 – D5 (Miller, 2000) och G4 – E5 (Sundberg, 2001). Detta stämmer väl överens med Sonnins m.fl. angivelser (1999) för övergångarna primo passagio vid D<sup>#</sup>4 (Diss4) – F4 och secondo passagio vid D<sup>#</sup>5 (Diss5) – F5. Granskar man dessa angivelser ser man att de alla täcker samma område. Var registerövergången sker har även samband med vilken genre sångerskan sjunger. Klassiskt skolade brukar ha en relativt låg övergång till mellanregistret medan man inom till exempel pop och rock håller kvar vid bröstregistret i högre frekvenser. I belting kan man hålla kvar vid bröstregistret ända upp till D5. På samma sätt är det inte ovanligt att sånglärare i klassisk sång förespråkar en utvidgning av mellanregistret så man inte använder bröstregistret alls i sång förutom för speciella effekter (Large, 1973). En del menar att sopraner aldrig borde sjunga i bröstregistret (Vennard, 1967).

Titze menar att mellanregistret är det lämpligaste registret för den mellersta delen av tonomfånget. Det har funktionen att överbrygga bröstregistret och falsett och är också i sin karaktär ett mellanting mellan dem, exempelvis vad gäller lutningen av källspektrum. En hög styrka kan nås genom att vibrationsamplituden ligger nära vibrationsamplituden i bröstregistret.

Vilka skillnader finns då mellan bröstregistret och mellanregistret? Akustiskt sett har mellanregistret en starkare grundton än bröstregistret. Sundberg menar att grundtonen är 10 dB starkare i mellanregistret när en sångerska tar samma ton i de båda registren (Sundberg, 2001). Källspektrums lutning faller brantare (Miller, 2000), vilket stämmer väl överens med den starkare grundtonen. Genom att analysera flödesglottogram som inversfilterats har Sundberg kommit fram till att flödesglottogram uppvisar en mer sinusliknande form i mellanregistret än i bröstregistret. Det är möjligt att detta beror på att mellanregistret har en mindre vertikal fasskillnad mellan den övre och undre delen av stämvecken i vibrationen, något som Miller observerat (Miller, 2000). En annan skillnad Miller funnit är att slutenknoten är kortare i mellanregistret än i bröstregistret, vilket även Sundberg och Kullberg funnit i sin undersökning av otränade röster (Sundberg & Kullberg 1999).

När slutenknoten minskar är det rimligt att tänka sig att luftflödet blir större på grund av den minskade slutningen. Large (1970) har funnit att luftflödet är större i mellanregistret än i bröstregistret. Han menar också att man perceptuellt kan skilja mellan de båda registren genom att fjärde och femte deltonen har mer energi i toner tagna i bröstregistret.

Även formanter kan skilja de båda registren åt. Schutte och Miller (1993) har funnit att de två första formanterna är låga i mellanregistret. Den första formanten ligger under den tredje deltonen i mellanregistret medan den förstärker den tredje deltonen i bröstregistret. Den andra formanten förstärker den fjärde deltonen i mellanregistret, men ligger lite högre i bröstregistret vilket gör att den kan förstärka både den fjärde och den femte deltonen. Formantfrekvenserna är alltså högre i bröstregistret vilket ger en ”öppen”, icke-klassisk karaktär på rösten. Ett tillvägagångssätt för att sänka den första formanten är larynxsänkning. Både Sonninen m.fl. (1999) och Miller (2000) har funnit att larynx är lägre i mellanregistret än i bröstregistret.

## METOD

Utgångspunkten för vår undersökning var tre olika inspelningar av tre sångerskors toner i bröst- och mellanregistret. Eftersom en samstämmig beskrivning av register inte existerar valde vi att som kriterium ha sångerskornas subjektiva upplevelse av att sjunga i bröstregistret respektive mellanregistret. Bröstregistret definierades som registret före första registerskiftet och mellanregistret som registret efter samma registerskifte. På det inspelade materialet utfördes en perceptuell bedömning och tre analyser, en akustisk, en aerodynamisk och en fysiologisk. Valet av dessa analyser stödjer sig på Holliens riktlinjer (1974, omnämnd i Sundberg, 2001) vad gäller registerdefinition. Enligt hans mening bör en fullständig definition av ett register bestå av en kombination av en perceptuell, en akustisk, en aerodynamisk samt en fysiologisk beskrivning.

## Försökspersoner

I undersökningen medverkade tre försökspersoner. Försöksperson 1 är sångpedagog och alt, försöksperson 2 har fått minst ett års sångundervisning och är sopran och försöksperson 3 har fått minst ett års sångundervisning och är alt. Försökspersonerna hade alla två registerövergångar som de relativt lätt kunde hitta. Vi intresserade oss för sångerskornas första registerövergång, den första efter deras bröstregister eftersom det är efter den övergången som mellanregistret skall finnas (Sundberg & Kullberg, 1999; Hirano, 1970; Appelman, 1973). Vikt lades vid att det inte var huvudregistret som följde den första registerövergången, eftersom vi då inte hade undersökt det avsedda registret.

Försökspersonerna ombads hitta isoparametriska toner som de kunde sjunga i både bröst- och mellanregistret. En isoparametrisk ton är en ton som kan sjungas med samma frekvens och samma intensitet i två olika register (Large, 1973). Detta är möjligt eftersom register överlappar varandra med några toner. Anledningen till att ha isoparametriska toner är att minimera att andra orsaker än just registerskifte ska påverka våra resultat. Många av de mekanismer som anses svara för registerreglering är också verksamma vid grundtonsfrekvenshöjning och volymreglering.

Försöksperson 1 hittade isoparametriska toner på C<sup>#</sup>4, försöksperson 2 på D4 och försöksperson 3 på E4. Försökspersonerna behöll samma ton för varje inspelning. Tonerna sjöngs på vokalen /ae/. Vokalen /ae/ valdes för att undvika en förstärkning av andra deltonen genom första formanten. En sådan förstärkning gör det svårt att beräkna källspektrums lutning korrekt (Löfqvist, 1990). Innan varje inspelning fick försökspersonerna obegränsat med tid till att värma upp rösten. Vid varje inspelning gavs också obegränsat antal försök. Den inspelning som försökspersonen själv och testledarna ansåg vara mest lyckad godkändes och sparades för analyserna. Anledningar att inte godkänna en inspelning var missar i fråga om antal toner, för stora skillnader med avseende på intensitet, frekvens eller vokalfärg och osäkerhet över vilket register tonerna sjöngs i. Eftersom utgångspunkten för vår undersökning är sångerskors subjektiva upplevelse av att sjunga i mellanregistret var det bara försökspersonerna själva som kunde avslå en inspelning på grund av osäkerhet över registerproduktionen

## Inspelning I

I den första inspelningen insamlades material till den perceptuella bedömningen och den akustiska analysen. Inspelningen skedde på minidisc i ljudisolerad inspelningsstudio. Försökspersonens uppgift var att sjunga sin ton fem gånger i bröstregistret, sedan fem gånger i mellanregistret. Efter en paus på cirka en minut fick försökspersonen sjunga tonen igen fem gånger i mellanregistret och sedan fem gånger i bröstregistret. Sammanlagt sjöng alltså försökspersonen 20 toner i fyra block om fem toner vardera. Man har observerat skillnader i bröstregistrets akustiska och aerodynamiska egenskaper beroende på om det sjungs isolerat eller direkt efter sång i mellanregistret (Large, 1973). För att utesluta att våra analysresultat skulle spegla egenskaper hos registret som färgats av det register som sjungits precis innan valdes detta inspelningsupplägg. Detta gäller även inspelningsupplägget på inspelning II, se senare avsnitt. Tonerna skulle vara 2 – 3 sekunder långa och sjungas i mezzoforte. Eftersom intensitet styrs av mekanismer vars relevans för registerreglering vi ville undersöka var det viktigt att tonerna hölls på en konstant volym. För att kontrollera att styrkan på tonerna var konstant fick försökspersonerna visuell feedback från en ljudnivåmätare. Testledarna kontrollerade att försökspersonen behöll samma avstånd till mikrofonen under hela inspelningen.

Försökspersonen fick efter inspelningen lyssna på materialet och avgöra om tonerna verkligen togs i respektive register. Om försökspersonen eller någon av testledarna inte vara nöjd gjordes inspelningen om tills en inspelning kunde godkännas. Den inspelningen sparades och användes sedan till den perceptuella bedömningen samt den akustiska analysen.

## Inspelning II

I den andra inspelningen insamlades material till den aerodynamiska analysen. Skillnader i luftflöde olika register emellan har visat sig i ett flertal studier (Large, 1970; Murry, 1998). Inspelningen skedde med Aerophone II, Voice Function Analyzer (ATOS, Hörby), via en mask som samlar upp utandningsluften. Inspelningsprogrammet Running Speech användes och inställningarna för intensitet var Sound Pressure Level 50-100 dB och för luftflöde Flow F300 1,0 l/sek.

Försökspersonens uppgift var att sjunga sin ton tre gånger i bröstregistret, sex gånger i mellanregistret och tre gånger i bröstregistret igen. Detta upplägg valdes av samma anledning som i inspelning I. Tonerna skulle vara cirka 2 sekunder långa med en kort andningspaus mellan och sjungas i mezzoforte. I programmet finns en inbyggd volymmätare som försökspersonen kunde titta på för att kontrollera att tonstyrkan var konstant. Toner med intensitetsskillnader på högst 5 dB godkändes.

Aerophone spelar inte in någon ljudsignal och därför fick försökspersonen efter inspelningen uppskatta om hon var nöjd. Var försökspersonen eller någon av testledarna inte nöjd gjordes inspelningen om. Inspelningen som godkändes sparades och användes sedan till den aerodynamiska analysen.

## Inspelning III

I den sista inspelningen insamlades material till den fysiologiska undersökningen. Inspelning av försökspersonens stämveck skedde med höghastighetskamera av märket R. Wolf 5560 HS ENDOCAM via ett 90-graders endoskop. Höghastighetskameran spelar in 4000 bilder i sekunden och sparar 8192 bilder, det vill säga ca två sekunder. Samtidig ljudupptagning sker. Inspelningen genomfördes av en foniatör.

Försökspersonens uppgift var att börja sjunga sin ton i bröstregistret och efter cirka en sekund övergå till mellanregistret utan ny ansats. Ungefär en sekund efter registerbytet stoppades inspelningen. Registerövergången skulle vara tydlig men det fanns inget krav på att registerövergången skulle resultera i ett hörbart registerbrott. Försökspersonen fick efter inspelningen lyssna på materialet och godkänna det. Var försökspersonen eller någon av testledarna inte nöjd gjordes en ny inspelning. Inspelningen som godkändes sparades och användes sedan till den fysiologiska analysen.

## Perceptuell bedömning

Materialet till den perceptuella bedömningen togs ur den första inspelningen. Av försökspersonernas sammanlagt 20 toner togs åtta toner ut, fyra ur respektive register. Tonerna som valdes ut var alltid ton två och fyra ur varje femtonsblock som försökspersonerna sjöng. Tonerna numrerades enligt följande: bröstregistertonerna B 1-4 och mellanregistertonerna M 1-4 och kombinerades sedan till åtta stycken tonpar enligt samma mall för varje försöksperson. Varje ton användes två gånger. Kombinationerna mellan-mellan, bröst-bröst, mellan-bröst, bröst-mellan var möjliga. Varje kombination användes två gånger. För att kunna säkerställa bedömarnas intrareliabilitet dubblerades de åtta tonparen och sattes ihop slumpmässigt till en lista av sexton tonpar. En sådan tonparslista gjordes för varje försöksperson. Före respektive försökspersons tonparslista spelades ett typexempel in på försökspersonens bröstregister respektive mellanregister.

Varje tonparslista hade samma inbördes ordning men för att utesluta en inläringseffekt hos bedömarna började de olika försökspersonernas lista på olika tonpar. Första försökspersonens tonparslista börjar på tonpar 1, andra försökspersonens tonparslista på tonpar 6 och tredje försökspersonens tonparslista på tonpar 12.

För att utesluta felsvar på grund av uttrötningseffekt på ett och samma tonpar spelades tre olika minidiscar in som skilde sig åt vad gäller ordningen på tonparslistorna. På minidisc 1 kommer första försökspersonens tonparslista först, på minidisc 2 andra försökspersonens lista först och på disk 3 kommer tonparslistan för försöksperson tre först. Varje minidisc spelades in i två exemplar.

Vår lyssnarpanel bestod av sex bedömare: fyra verksamma och två blivande logopedier, alla med sångvana. De fick var sin minidisc hemskickad med ett bedömningsformulär och instruktioner (bilaga 1 och 2). Bedömarnas uppgift var att bedöma i vilket register tonerna i tonparen sjöngs. Bröstregister markerades med "B", mellanregister med "M". Om bedömaren inte kunde bedöma

registertillhörigheten på tonerna i ett visst tonpar skulle alternativet "osäker/vet ej" kryssas i. Bedömaren fick lyssna på typexemplen obegränsat antal gånger innan bedömningen påbörjades. Man fick även lyssna på testtonparen flera gånger, men fick instruktionen att inte fastna för länge på ett tonpar utan hellre kryssa i rutan "osäker/vet ej" vid osäkerhet.

## **Akustisk analys**

Försökspersonernas toner från den första inspelningen fördes över till det akustiska analysprogrammet Soundswell, leverantör: Soundswell Music Acoustics HB. Bröstregistertonerna respektive mellanregistertonerna klipptes ihop till en lång bröstregister- respektive mellanregisterton för varje försöksperson. Det vill säga en bröstregisterton på ca åtta sekunder och en lika lång mellanregisterton för varje försöksperson. Detta material sparades för analys. På varje sparad ton utfördes en analys av källspektrums lutning enligt Löfqvist (1987). Lutningen räknas ut genom kvoten av summan av energin som är fördelad på 0-1 kHz och summan av energin som är fördelad på 1-5 kHz.

## **Aerodynamisk analys**

Till den aerodynamiska analysen användes materialet som insamlades i inspelning II. Ett medelvärde räknades ut för varje försökspersons luftflöde i respektive register. Medelvärdet räknades utifrån det högsta luftflödesvärdet på varje ton. Tydliga aspirationer räknades bort.

## **Fysiologisk analys**

Materialet till den fysiologiska undersökningen togs ur inspelning III, höghastighetsfilmningen. Trots försökspersonernas strävan efter att hålla intensiteten konstant hörs vid registerskiftet en tydlig volymskillnad. En ljudvolymanalys gjordes därför på försökspersonens hela inspelning och var tillsammans med ljudupptagningen och visuella observationer av det höghastighetsinspelade glottogrammet en hjälp för att lokalisera försökspersonens registerövergång. Samtliga tre testledare skulle vara samstämmiga om när registerövergången inträffade för att den skulle räknas som en övergång. När bilderna för registerövergången hade lokaliserats gjordes tre kymogram. Ett kymogram görs utifrån en bestämd horisontell linje som tas ut för varje enskild bild. De uttagna linjerna sätts sedan ihop vertikalt efter varandra. Vänster sida på glottisbilden blir undre sidan på kymogrammet. Resultatet blir en uppställning i grå färgskala som visar avståndsförändringarna mellan de yttersta kanterna av stämveckan under fonation. Kymogrammen gjordes på sammanlagt 300 ms var: 150 ms före och 150 ms efter registerövergången. Första kymogrammet gjordes utifrån en linje långt bak på glottis, andra kymogrammet utifrån en linje i mitten av glottis och tredje kymogrammet utifrån en linje långt fram i glottis. Det som huvudsakligen studerades på kymogrammen och höghastighetsglottogrammen var stämveckens slutningsmönster och slutningsgrad i respektive register.

En bild på stämveckens maximala slutning valdes också ut ur respektive register. Samtliga testledare skulle vara överens om att bilden visade maximal slutning. Utifrån dessa bilder analyserades slutningsgrad och -mönster.

## RESULTAT

### Resultat för den perceptuella bedömningen

Ett procentuellt värde för varje bedömares antal rätta svar räknades ut. Som rätt svar räknades varje ton där lyssnaren var överens med sångaren om registertillhörigheten. Resultaten redovisas i tabell 2.

	Sångare 1	Sångare 2	Sångare 3	Medelvärde
Lyssnare 1	84 %	97 %	50 %	77 %
Lyssnare 2	100 %	97 %	97 %	98 %
Lyssnare 3	100 %	97 %	100 %	99 %
Lyssnare 4	97 %	97 %	88 %	94 %
Lyssnare 5	97 %	100 %	100 %	99 %
Lyssnare 6	100 %	100 %	100 %	100 %
Medelvärde	96 %	98 %	89 %	95 %

Tabell 2. Resultat på bedömarnas perceptuella bedömning av tonernas registertillhörighet

Resultaten visar att bedömarna har lyckats bedöma vilken registertillhörighet de flesta tonerna har enligt sångarnas intention. De genomsnittliga värdena för bedömarna ligger mellan 77 % och 100 %. Siffrorna är alltså mycket höga med ett medelvärde på 95 % för samtliga bedömare. Detta visar att det fanns en tydlig perceptuell skillnad mellan bröstregistertonerna och mellanregistertonerna.

### Resultat för den akustiska analysen

En uträkning av kvoten på källspektrums lutning utfördes på varje försökspersons sammanklippta ton för bröstregistret respektive mellanregistret. Eftersom kvoten räknas ut med negativa värden motsvarar ett högt värde en mindre lutning och ett lägre värde en större lutning. I tabell 3 redovisas resultatet för de tre sångerskorna samt det genomsnittliga värdet för respektive register.

För samtliga försökspersoner visar värdena en märkbar skillnad mellan de båda tonerna. Värdena varierar mellan de olika sångarna/försökspersonerna, men lutningen är större i mellanregistret än i bröstregistret genomgående. Detta betyder att energin på höga frekvenser är starkare i bröstregistret, dvs. övertonerna har en större intensitet.

	Bröstregistret	Mellanregistret
Sångare 1	0,208	0,176
Sångare 2	0,246	0,240
Sångare 3	0,185	0,178
Alla	0,213	0,198

Tabell 3. Resultatet på kvoten av källspektrums lutning på toner i bröstregistret och mellanregistret.

### Resultat för den aerodynamiska analysen

Ett medelvärde för varje försökspersons luftflöde mätt i liter per sekund räknades ut för toner tagna i bröst- respektive mellanregistret. Ett procentuellt värde för hur mycket mer luft som konsumerades i mellanregistret framtogets även. Resultatet redovisas i tabell 4.

En märkbar skillnad i luftflöde finns mellan de två fonationssätten för samtliga försökspersoner. Tonerna tagna i mellanregistret uppvisar genomgående ett större luftflöde än tonerna som är tagna i bröstregistret. Tonerna i mellanregistret konsumerade mellan 22 % och 53 % mer luft än bröstregistret för de olika försökspersonerna.

	Bröstregistret	Mellanregistret	% mer luft i M
Sångare 1	0,237 l/sek	0,288 l/sek	22 %
Sångare 2	0,049 l/sek	0,075 l/sek	53 %
Sångare 3	0,245 l/sek	0,315 l/sek	29 %
Medelvärde för alla			35 %

Tabell 4. Resultatet på luftflödet mätt i liter per sekund för försökspersonernas toner i bröstregistret och mellanregistret samt procent mer luft i mellanregistret.

### Resultat för den fysiologiska analysen

För att kunna jämföra stämveckens slutningsgrad under fonation i bröstregistret och mellanregistret framtogets en bild på den maximala glottisslutningen för varje fonationssätt från höghastighetsinspelningen. Inspelningen från försöksperson 2 kunde inte analyseras då inget hörbart registerbrott kunde detekteras. Inga resultat redovisas för försöksperson 2. Glottisbilderna för försöksperson 1 och 3 redovisas nedan (fig. 3, 4 och 10, 11). Försöksperson 1 började sjunga sin ton i mellanregistret och gick över till bröstregistret. Försöksperson 3 gick från bröstregister till mellanregister.

På bilderna från försöksperson 1 kan vi observera att slutningsgraden skiljer sig åt mellan de båda registren (fig. 3, 4). Bilden från mellanregistret visar en ofullständig slutning längs med hela stämveckan medan bilden från bröstregistret visar en fullständig slutning längs stämveckans



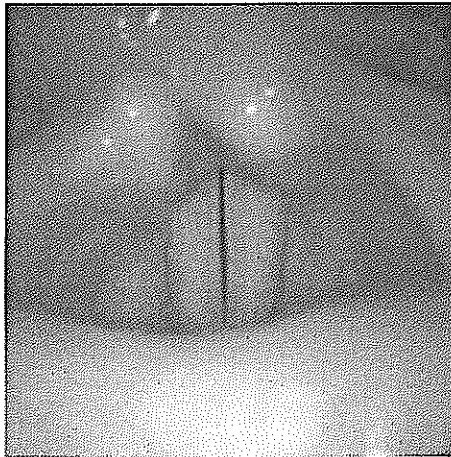
mediala och främre del. Den bakre delen av glottis är öppen, glottal chink. Vi kan också se hur arytenoidbroskens position ändrats i respektive register. I mellanregistret ligger de närmre varandra än i bröstregistret. Larynx ligger lägre i mellanregistret än i bröstregistret, i det senare registret har även epiglottis tippat fram så att glottis främre del blir synligt. Larynx höjdskillnad är dock inte lika märkbar som i den tredje försökspersonens bilder. Att en skillnad av larynxhöjd föreligger syns genom att larynx framstår som större på ena bilden. Storleksskillnaden beror på att larynx ligger närmre kameraobjektivet på den ena bilden.

På bilderna från försöksperson 3 ser vi också att slutningsgraden skiljer sig åt mellan de båda registren (fig. 10, 11). Bilden som är tagen från fonation i bröstregistret uppvisar en fullständig och kraftig slutning medan bilden tagen från mellanregistret visar en öppen springa mellan stämveckens främre och bakre del. Vi kan också se att larynx har ändrat position från bröstregistret till mellanregistret. Till skillnad från försöksperson 1 ligger larynx lägre i bröstregistret än i mellanregistret. I mellanregistret har epiglottis också tippat fram mer så främre delen av stämvecken är synliga.

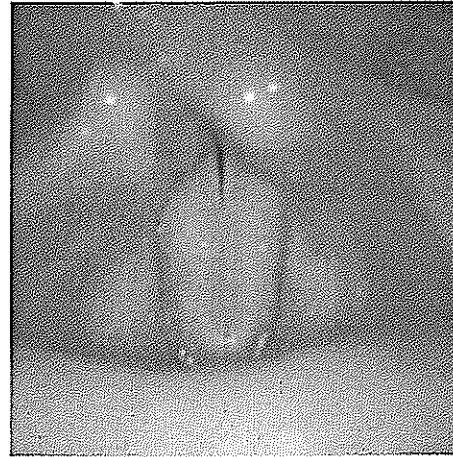
För att kunna studera stämveckens vibrationsmönster gjordes 3 kymogram för respektive försöksperson (Fig. 7, 8, 9 och 14, 15, 16). Kymogrammen visar stämveckens abduction och adduktion i bakre delen av stämvecken, mitten av stämvecken samt främre delen av stämvecken under en tidsrymd av ca 150 ms. De visar vibrationerna innan, under och efter registerövergången. Kymogrammen visar således vibrationsmönstret för fonation i båda registren samt en registerövergång. Kymogramutdragen som är insatta under glottisbilderna är tagna från kymogram 8 och 15. De visar stämveckens vibrationsmönster i den mediala delen under åtta glottispulser i respektive register (fig. 5, 6 och 12, 13).

På kymogrammen från försöksperson 1 ser vi att vibrationsamplituden är störst i glottis bakre del både i mellan- och i bröstregistret och att den är minst i den främre delen i bägge register. Det är svårt att säga något om skillnaden på amplitudstorleken registren emellan eftersom larynx har flyttat sig mellan registren. När vi tittar på öppen- och slutenfaser kan vi se att glottis överhuvudtaget inte sluter i mellanregistret. Kymogram 8 kan vara svårt att tyda men frånvaro av slutning kan ses tydligt i uppförstoringen (fig. 5). I bröstregistret sluter glottis vid den mediala delen och främre delen men inte vid den bakre delen. Slutenfaser i den mediala delen av glottis är mindre än hälften av öppenfasen i bröstregistret.

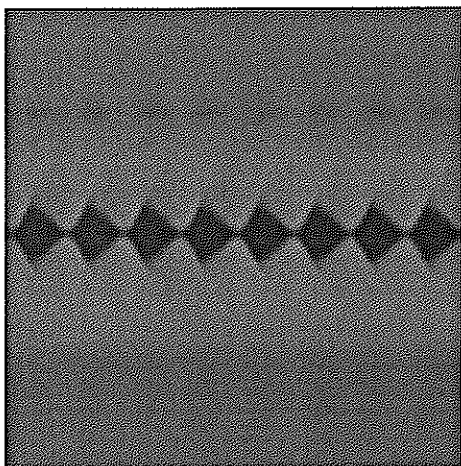
På kymogrammen från försöksperson 3 kan vi se hur vibrationsamplituden är störst i stämveckens bakre del och allra minst i dess främre del, detta både i bröst- och mellanregistret. Även här är det svårt att säga något om skillnaden på amplitudstorleken registren emellan eftersom larynx har höjts i mellanregistret och hela bilden därför förstörats. Vi kan ändå se en tydlig amplitudsökning vid glottis främre del eftersom den går från att inte öppnas alls till att öppnas lite. Något som tydligt visar sig på kymogrammen är hur slutenfaser förhåller sig till öppenfasen i respektive register. I bröstregistret ser vi att slutenfaser i glottis bakre och mediala del är ungefär lika stor som öppenfasen, i främre delen av glottis finns överhuvudtaget ingen öppenfas. I mellanregistret ser vi en drastisk ändring av förhållandet. I bakre delen finns inte längre någon slutnfas, i mediala delen har slutenfaser minskat till endast en bråkdel av öppenfasen och i främre delen av glottis ser vi hur en öppenfas nu har uppstått.



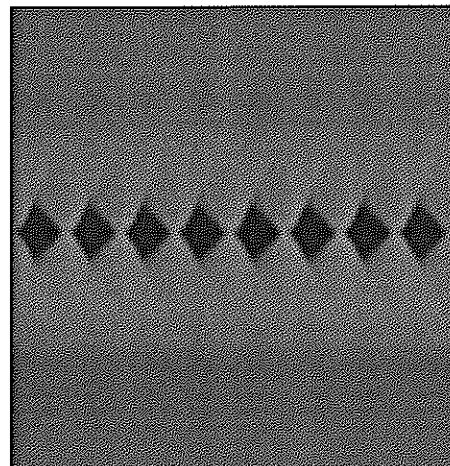
**Fig. 3** Maximal slutning i mellanregistret för försöksperson 1.



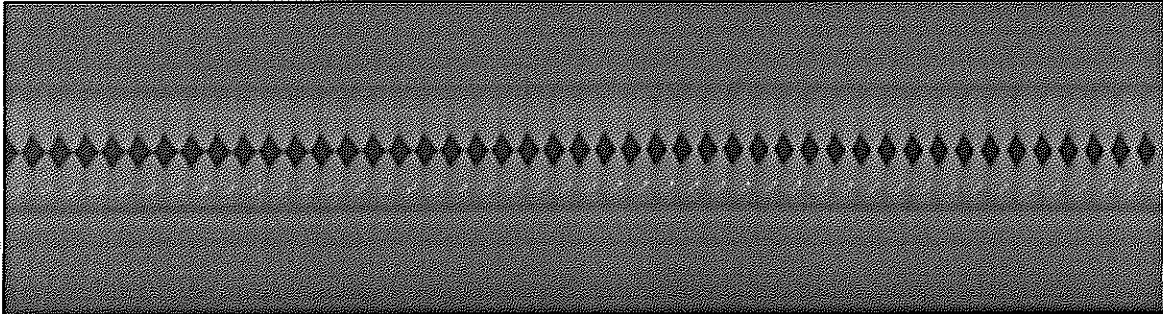
**Fig. 4** Maximal slutning i bröstregistret för försöksperson 1.



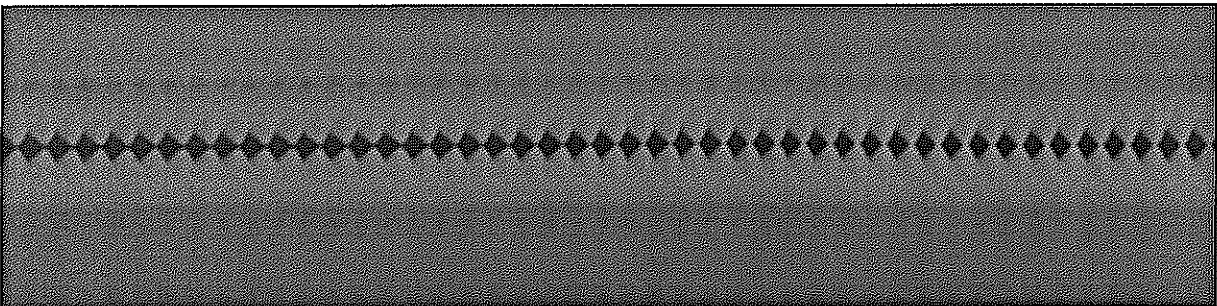
**Fig. 5** Kymogramutdrag från stämveckens mediana del i mellanregistret för försöksperson 1



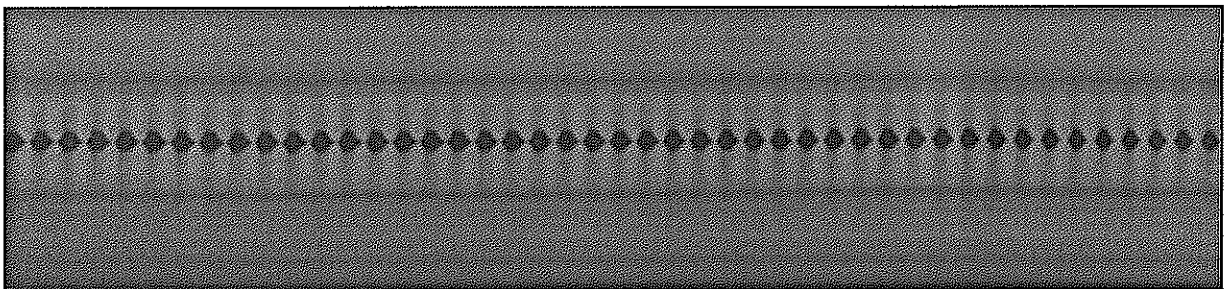
**Fig. 6** Kymogramutdrag från stämveckens mediana del i bröstregistret för försöksperson 1



**Fig. 7** Kymogram från stämveckens bakre del före, under och efter registerbrottet för försöksperson 1.



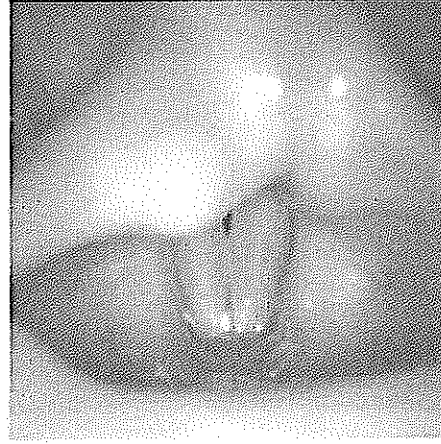
**Fig. 8** Kymogram från stämveckens mediala del före, under och efter registerbrottet för försöksperson 1.



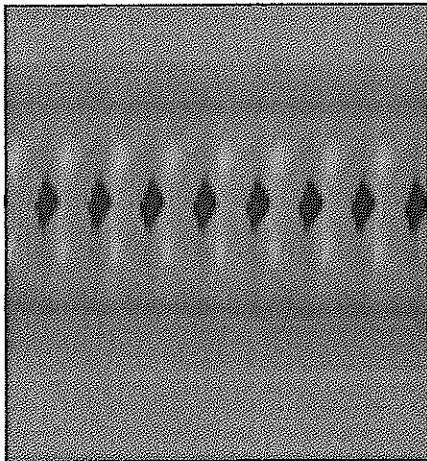
**Fig. 9** Kymogram från stämveckens bakre del före, under och efter registerbrottet för försöksperson 1.



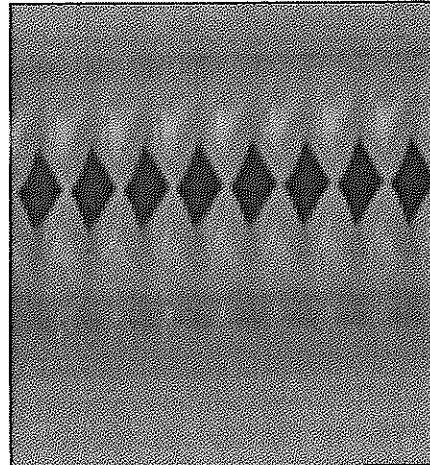
**Fig. 10** Maximal slutning i bröstregistret för försöksperson 3.



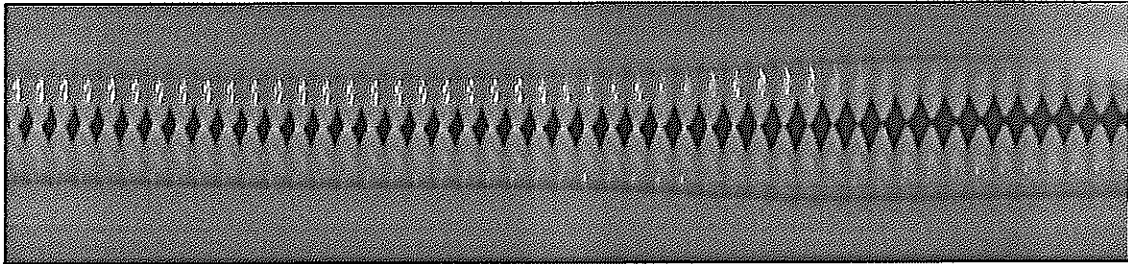
**Fig. 11** Maximal slutning i mellanregistret för försöksperson 3.



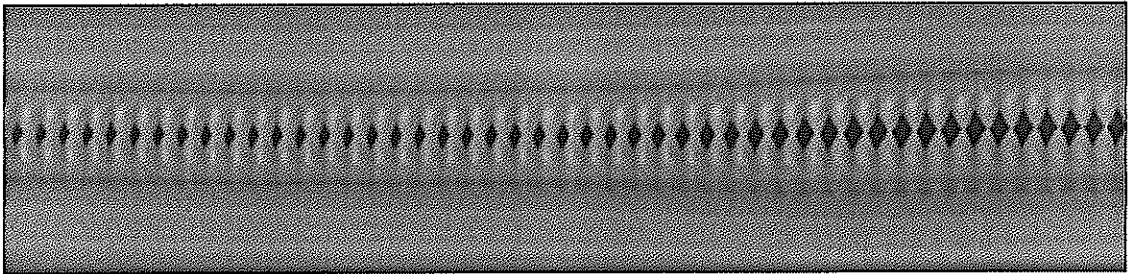
**Fig. 12** Kymogramutdrag från stämveckens mediana del i bröstregistret för försöksperson 3.



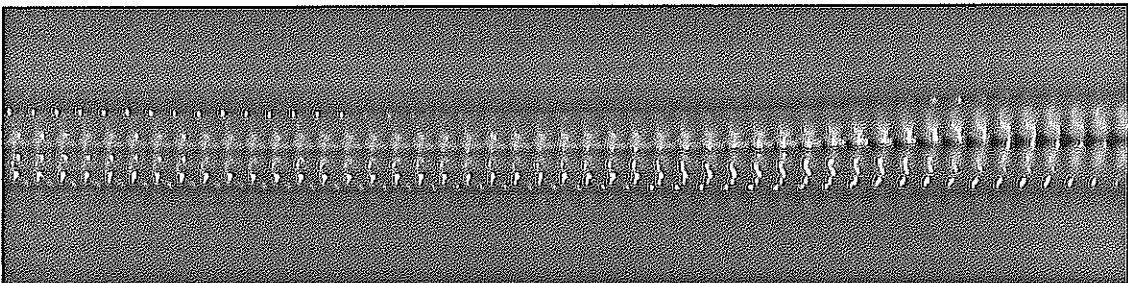
**Fig. 13** Kymogramutdrag från stämveckens mediana del i mellanregistret för försöksperson 3



**Fig. 14** Kymogram från stämveckens bakre del före, under och efter registerbrott för försöksperson 3.



**Fig. 15** Kymogram från stämveckens mediala del före, under och efter registerbrott för försöksperson 3.



**Fig. 16** Kymogram från stämveckens främre del före, under och efter registerbrott för försöksperson 3.



## **DISKUSSION**

Syftet med vår uppsats var att göra en sammanställning av den befintliga litteraturen om kvinnoröstens register samt att genom egna undersökningar försöka utreda om mellanregistret – ett register vars existens är omstritt i litteraturen – existerar eller inte och vad som i så fall skiljer det från bröstregistret. För att utreda mellanregistret valde vi att utgå från Colton och Holliens (1973) registerdefinition och studerade således registrets egenskaper utifrån ett perceptuellt, akustiskt, fysiologiskt och aerodynamiskt perspektiv.

### **Metod och resultatdiskussion**

Ingen statistik har presenterats i samband med våra resultat. Antalet försökspersoner vårt material grundar sig på är litet och våra resultat är så entydiga att statistiska uträkningar inte skulle tillföra något i tolkningen av siffrorna. Därför har endast en deskriptiv genomgång av resultaten presenterats.

#### **Utgångspunkt för undersökning av mellanregistret**

Eftersom en samstämmig beskrivning av register inte existerar valde vi att ha sångerskornas subjektiva upplevelse av att sjunga i bröst- respektive mellanregistret som utgångspunkt för studien. Bröstregistret definierades som registret före första registerskiftet och mellanregistret som registret efter samma registerskifte. Försökspersonernas registerskiften fanns inom frekvensområdet där skiftet till mellanregistret enligt många forskare inträffar (Sundberg & Kullberg, 1999; Hirano, 1970; Appelman, 1973). Det hade varit relevant att även jämföra mellanregistret med lättare register, eftersom man då kunnat se vad som skiljer mellanregistret från lättare register. Detta hade givit en mer komplett bild av mellanregistret, men en sådan jämförelse var inte möjlig inom ramen för vår studie.

#### **Perceptuell bedömning**

Den perceptuella bedömningen av tonernas registertillhörighet uppvisade klara resultat. Ingen tvekan råder om att fem av de sex bedömarna med lätthet kunde skilja tonerna åt och dessutom avgöra vilket register de tillhörde (se tabell 2). Flest missbedömningar skedde på tonparslistan för försöksperson 3. Bedömaren 1 uppgav att hon inte delade sångerskans uppfattning om vilket register som var bröst- respektive mellanregister. Då hon inte var konsekvent i sin bedömning kan vi inte anse detta vara orsaken till hennes felsvar (se bilaga 3). Även bedömarna 2, 3 och 6 uttryckte att den tredje försökspersonens olika register var svåra att skilja åt, men uppnådde ändå mycket höga resultat på denna tonparslista. Det är oklart vad som föranledde tveksamheten i bedömningen eftersom den akustiska, aerodynamiska samt fysiologiska analysen av samma försökspersons toner alla visade samma klara skillnader mellan registren.

Våra resultat stämmer väl överens med ett flertal resultat i olika studier. I Larges studie (1973) av isoparametriska toner där expertlyssnare fick bedöma registertillhörigheten kunde lyssnarpanelen

identifiera det av sångaren avsedda registret i 92 % av fallen när sångarna inte avsåg att egalisera (i studien ingick också toner som var egaliserade). Liknande studier av Colton och Hollien (1973) visar också på höga resultat av lyssnarpanelens bedömningar. Våra resultat motsäger Sundberg och Kullbergs resultat (1999) att den perceptuella skillnaden mellan bröst- och mellanregister är svår att urskilja. Möjligen berodde deras resultat på att en del av försökspersonerna i studien inte producerade några registerskiften. Stora individuella skillnader i röstklngen kan också ha varit en orsak till att det var svårt för lyssnarpanelen att enhetligt bedöma de enskilda rösternas registerskiften i Sundberg och Kullbergs studie.

För att undvika att individuella klangskillnader skulle försvåra för våra bedömare lät vi dem höra ett testexempel av en ton i mellanregistret och bröstregistret före varje försökspersons tonparslista. Detta gjordes för att ge bedömarna en referens till hur varje sångerskas röst låter i respektive register. Av samma skäl valde vi att hålla tonparslistorna var för sig och inte blanda de olika försökspersonernas röster.

Nämnas bör att avspelningarna till bedömningsdiskarna försämrade ljudkvaliteten, något som bedömare 6 kommenterade som negativt. Vi tror dock inte att detta inverkar nämnvärt på bedömarens förmåga att skilja registren åt. Samma utrustning för ljudupptagning användes för samtliga försökspersoner och avspelningarna skedde från en och samma minidisc. Ljudkvaliteten var alltså densamma för samtliga lyssnare.

### **Akustisk analys**

Den akustiska analysen visade att källspektrums lutning var större i mellanregistret än i bröstregistret för samtliga försökspersoner. Medelvärde för kvoten på källspektrums lutning i bröstregistret var 0,213 och i mellanregistret 0,198 vilket visar att källspektrum för mellanregistret lutar mer än det för bröstregistret. Det betyder att energin på höga frekvenser är starkare i bröstregistret, med andra ord har övertonerna en starkare intensitet i bröstregistret. Resultaten stämmer väl överens med vad som tidigare hittats angående mellanregistrets källspektrum, nämligen att energifördelningen på de högre deltonerna är lägre i mellanregistret än i bröstregistret (Miller, 2000; Colton, Hirano, 1973; Large, 1970, 1973).

Våra akustiska resultat visar enbart en kvot av källspektrums lutning. Källspektrums lutning är dock inte den enda akustiska mätningen som är av relevans för registerforskning. Både Large (1973) och van Deirse (1981) har analyserat energifördelningen på enskilda övertoner och funnit att olika grupper av deltoner förstärks inom olika register. Detta är ett tecken på formanters betydelse för register, något Miller (2000) bygger en stor del av sin registerteori på. Enligt honom spelar formanternas placering en avgörande roll för registerproduktion. Då samband mellan register och specifika deltoners styrka observerats i litteraturen hade det varit intressant att även göra en sådan analys. Det hade även varit av intresse att se hur formanterna fördelar sig på de olika registren. Den tekniska apparaturen som krävs för analys av formanter fanns dock inte tillgänglig och därför kunde ingen sådan analys utföras. En regelrätt analys av enskilda deltoners energi kunde av tidsmässiga skäl inte heller genomföras inom ramen för vår studie. Vid en visuell jämförelse av respektive registers källspektrum kunde dock inga konsekventa skillnader observeras. På grund av den ofullständiga analysen vill vi inte dra några slutsatser av dessa

observationer. Våra akustiska resultat begränsas därför till uppgifterna om källspektrums lutningskvot. Dessa visar på en tydlig skillnad mellan bröst- och mellanregistret.

### **Aerodynamisk analys**

Resultaten i vår aerodynamiska studie visar att samtliga försökspersoner har ett större luftflöde i mellanregistret än i bröstregistret. Resultaten för försöksperson 2 visar på värden som är ytterst små och knappast trovärdiga. Dessa missvisande värden tror vi beror på ett inställningsfel under inspelningen. Inspelningen för försöksperson 2 gjordes om upprepade gånger utan att normala värden kunde uppmätas. Samma proportionerliga resultat uppmättes dock varje gång. Då vi anser att dessa proportionerliga värden är relevanta har vi valt att presentera dem.

Vårt resultat överensstämmer med Larges (1970) då han i en studie fann ett signifikant högre luftflöde i mellanregistret än i bröstregistret. Murry m.fl. (1998) fann ett högre luftflöde i falsett än i modalregistret hos både män och kvinnor. Övergången mellan registren ligger enligt Murry vid C5, vilket gör att man inte kan dra några direkta paralleller till vår studie. Murrys resultat är ändå relevanta då de kan visa på en genomgående tendens till luftflödesökning vid skifte till lättare register. Murry sätter också luftflödet i direkt korrelation till glottis slutningsgrad. En större slutningsgrad ger ett mindre luftflöde och en mindre slutningsgrad ger ett större luftflöde. Detta överensstämmer med våra resultat av den fysiologiska analysen vilket kommer att diskuteras nedan.

En aerodynamisk analys som har använts för att undersöka skillnader mellan register är beräkning av öppenkvot (Kitzing, 1982; Sundberg & Kullberg, 1999; Miller, 2000). Sådana analyser har visat att öppenkvoten är större i mellan- än i bröstregistret. Det finns flera olika sätt att räkna ut öppenkvoten på. Eftersom dessa beräkningar har olika utgångspunkter kan värdena man får från olika mätmetoder inte jämföras med varandra. Däremot kan man se att de pekar åt samma håll. Det är möjligt att göra beräkningar av öppenkvot med hjälp av höghastighetskamera, men en sådan beräkning hade inte varit relevant i vårt fall då skillnad på öppenkvoten i de olika registren är så lätt att avläsa i kymogrammen. Eftersom öppenkvoten står i direkt korrelation till källspektrums lutning kan uppgifter om öppenkvoten även avläsas indirekt ur våra akustiska resultat. Både våra visuella observationer av kymogrammen och våra akustiska resultat visar att öppenkvoten är större i mellanregistret än i bröstregistret.

### **Fysiologisk analys**

Resultaten från den fysiologiska analysen visar att glottis slutningsgrad är större längs med hela stämvecken i båda försökspersonernas bröstregister. Detta stämmer väl överens med Murrys observationer (2000). Våra resultat från den fysiologiska analysen bekräftar också resultaten från den aerodynamiska studien där ökat luftflöde observerades i samtliga försökspersoners mellanregister. Murry har i sin studie även granskat slutningsformen i respektive register men inte sett några konsekventa fynd angående denna. Vår analys av glottisbilderna visar att slutningsformen inte skiljer sig markant i de olika registren för respektive försöksperson.



Samtliga kymogram visar på en längre slutenfas i bröstregistret än i mellanregistret vilket betyder att en större öppenkvot föreligger i mellanregistret. Detta stämmer väl överens med litteraturen (Kitzing, 1982) och korrelerar också med resultaten av kvoten på källspektrums lutning i vår akustiska analys. En längre slutenfas i bröstregistret kan delvis bero på att det föreligger en större vertikal fasförskjutning i glottis. En sådan fasförskjutning ger utslag på glottisvågens amplitud. På höghastighetsglottogrammen observerades att glottisvågen i bröstregistret var tydligare och gick längre ut lateralt än i mellanregistret hos båda försökspersonerna. Denna observation är förenlig med den längre öppenkvoten i mellanregistret.

Vilken kan då orsaken vara till att glottis inte sluter fullständigt i mellanregistret? I fonation i högre frekvenser sträcker CT-muskeln ut stämvecken så deras längd ökar. För att fonera i bröstregistret krävs att vocalismuskeln och de andra slutande musklerna ökar sin aktivitet, vilket antas leda till en dragkamp mellan de antagonistiska musklerna CT och VOC (Hirano, 1988; Titze, 1994). VOC drar ihop sig till en tjock massa medan CT drar för att töja ut stämvecken. Vill man höja frekvensen måste man minska aktiviteten i den adducerande muskulaturen för att CT ska kunna förlänga stämvecken, vilket borde vara orsaken till den försämrade slutningsgraden. Hollien (1971) och Sonninen m. fl. (1992) har i studier funnit att mäns stämveck i hög falsett kan kortas vid frekvenshöjning. Man antar att andra tonhöjdsreglerande mekanismer är avgörande i det registret.

Vi undersökte också hur larynx position förändrades med de olika registren. Eftersom ingen referensinspelning av larynxhöjden i viloandning gjordes kan vi inte säga om larynx höjdes i det ena registret eller sänktes i det andra. Tydliga lägeskillnader i larynx kunde ändå observeras i de olika registren. Den tredje försökspersonens larynx hade tydligast lägeskillnad mellan registren. Larynx låg betydligt högre i mellanregistret än i bröstregistret vilket man kan se på till exempel fig. 14. Denna observation av larynx lägesändring går emot tidigare fynd (Miller, 2000; Sonninen m.fl., 1999). Dessa studier har alla visat en sänkning av larynx i skiftet från bröst- till mellanregistret. Den första försökspersonen i vår studie visade också lägesändring av larynx i registerskiftet. Den här lägesändringen stämde överens med ovannämnda studiers resultat, larynx var lägre i mellanregistret. Lägesändringen var dock mindre tydlig än hos den föregående försökspersonen.

Vi kan bara spekulera i anledningen till att den tredje försökspersonens larynx mot förväntan höjs i mellanregistret. Skillnaden skulle kunna bero på ändrad placering av endoskopet, men då bilderna är tagna under en tidsrymd av ca 150 ms är det inte troligt att endoskop-placeringen hunnit ändras. Tänkbart är också att försöksperson 3 får en klökningsreflex precis efter registerskiftet så att larynx därför höjs. Man kan fundera på om lägesändring av larynx är avgörande för registerreglering eller om olika placeringar av larynx används för klangmoduleringar. Van Deinse (1981) associerar sänkning av larynx till en mörkare röstklang. Miller (2000) menar att larynxsänkning är ett sätt att sänka första formanten och uppnå en mindre "öppen" röst, eventuellt för att ge en mörkare timbre åt tonen. Med detta i åtanke kan man fundera på om ändring av larynxposition vid registerskifte verkligen är en funktion av registerreglering. Vi tror att lägesändringen kan vara en viljemässig handling som bara är relaterad till klang. Det är möjligt att en sådan reglering av klang bara förekommer hos sångerskor med ett visst klangideal eller en viss färdighet. Detta skulle kunna förklara skillnaden i larynx läge mellan de olika sångerskorna. Många års sångerfarenhet skiljer sångerska 1 från sångerska 3. En annan möjlighet är att vissa funktioner av registerreglering till viss del skulle

kunna vara individuella. Larynx placering skulle kunna vara ett exempel på en sådan individuell regleringsfunktion.

## Litteratordiskussion

### Antal register

Vid en genomgång av avsnittet "registerindelningar i litteraturen" ser man att uppfattningen om hur många register som finns växlar. Möjligen beror detta bland annat på avsaknaden av en generellt accepterad registerdefinition. De olika forskarnas syn på register bör rimligen styra deras uppfattning om hur många register som finns. En annan orsak till att varierande registerantal anges kan vara tonomfånget man undersöker. Vi valde exempelvis att begränsa vår studie till en liten del av våra sångerskors omfång vilket gör att vi bara undersökte två av deras register. Det är möjligt att även andra forskare har gått tillväga på ett liknande sätt, det vill säga att bara en begränsad del av rösten undersökts. Kanske namnger de då bara de register de själva behandlar. Detta behöver inte motsäga att ytterligare register existerar. En tredje möjlig orsak till det skiftande antalet register som nämns i litteraturen kan vara att alla sångerskor inte utvecklat sin röst vid de högsta frekvenserna. Använder man aldrig sitt översta register är man kanske inte medveten om att det finns. Registrens flexibilitet och överlappningsförmåga möjliggör också att man kan dra upp eller dra ner register så att alla registren inte används. Detta kan göras av estetiska eller pedagogiska skäl. Till exempel använder inte alla sopraner sitt bröstregister utan en del ersätter det med mellanregistret. Man kan också dra ner huvudregistret så att mellanregistret inte används. Möjligen kan det också vara så att samtliga register inte finns i alla röster. Miller (2000) menar till exempel att alla kvinnor inte kan nå det högsta registret som han kallar flageolet.

### Registerteorier i litteraturen

I vår bakgrund redogörs för ett antal teorier som vid en första anblick kan verka vitt skilda från varandra. Sätter man sig in i teorierna märker man dock att många forskare utgår från ungefär samma grundtanke, nämligen att register återspeglar laryngeala muskulära skillnader. Dessa skillnader ger sedan konsekvenser på ett perceptuellt, akustiskt, aerodynamiskt och fysiologiskt plan. Titze (1994) spekulerar även i en motsatt orsakskedja, nämligen att akustiskt-aerodynamiska energier inverkar på stämvecksvibrationerna, i sin hypotes om subglottala resonanser.

Studerar man varje parameter för sig ser man att olika forskare redovisar entydiga resultat. Således finner de flesta som undersökt register perceptuellt att man kan höra skillnader mellan register. Likaså finner de som undersökt källspektrums lutning att lutningen är brantare i mellanregistret än i bröstregistret. Alla som undersökt luftflödet finner att luftflödet är större i mellanregistret än i bröstregistret och alla som undersökt öppenfasen eller slutefasen att öppenfasen är kortare i bröstregistret än i mellanregistret.

Trots homogeniteten i de resultat man har funnit tycker vi att man kan dela in forskarna i två grupper: en grupp som huvudsakligen inriktar sin forskning på röstkällans roll och en som

huvudsakligen intresserar sig för samspelet mellan resonatorer och röstkällan. Hirano kan ses som ett exempel på någon som främst inriktat sig på röstkällans roll, men även om hans forskning främst behandlar det muskulära skeendet erkänner han att samspelet mellan röstkällan och resonatorerna är viktigt (Hirano, 1988). Skillnaden mellan de två gruppernas inställning till register är alltså inte markant, det som skiljer dem åt är inriktningen på deras forskning.

Miller (2001) menar att register kan produceras på två sätt: register som har sitt ursprung i laryngeala mekanismer och register som regleras via resonanser. Denna registerindelning erbjuder en möjlighet att integrera flera olika registerteorier och definitioner eftersom den kan förklara och innefatta både tvåregisterteorin och flerregisterteorin.

### **Register eller klang?**

Van Deinse (1981) menar att det finns register av två olika slag, primära och sekundära register. Van Deinse kallar ett av sina sekundära register för mellanregistret. Beskrivningen av detta register motsvarar ett antal förändringar som även Vennard och Hirano (1973) observerat men vid en betydligt lägre frekvens. Vennard och Hirano räknar inte förändringarna vid den frekvensen som van Deinse pratar om som registerskifte utan som en klangskillnad. Van Deinse själv beskriver att en sänkning av larynx, som är en av egenskaperna som han tilldelar det han kallar mellanregistret, är associerat till en mörkare klang. Man kan därför ställa sig frågan om det verkligen är ett register han beskriver som mellanregistret eller om det är fråga om en klangförändring. Skillnaden mellan klang och register är dåligt definierad. En klarare bild av relationen mellan klang och register vore värdefull för register- och röstforskningen.

### **Egalisering**

Ett vanligt mål för sångare är att egalisera mellan register (Sundberg, 2001). Lyckas man verkligen med att utjämna den hörbara skillnaden mellan register kan man skapa en föreställning om att alla toner sjungs i samma register eller att något sådant som registerindelningar inte längre existerar i just den rösten. Hollien och Schoenhard (1983) förefaller vara av den senare uppfattningen då de menar att åtminstone mellanregistret främst förekommer i otränade personers röster.

Om man lyckas dölja registerskiften, betyder det då att register inte existerar? Kan man, vilket Hirano tror, förändra relationen mellan olika musklers aktivitet gradvis blir det svårt att avgränsa när det andra registret tar vid. Det är relevant att ifrågasätta huruvida registren verkligen finns kvar vid egalisering. Large (1973) fann att skillnaderna i spektrums lutning jämnades ut något vid egalisering liksom luftflödet. Trots utjämningen fanns den registerspecifika energifördelningen på deltoner kvar. En perceptuell bedömning av egaliserade toner visade att det fortfarande var möjligt att skilja registren åt. Enligt Large finns alltså registerskillnaderna kvar trots egalisering.

## Talregister kontra sångregister

Bör man skilja på talregister och sångregister? Som vi berättat tidigare förefaller Hollien och Schoenhard (1983) göra en distinktion mellan de två. Eftersom rösten är en helhet som används både för att tala och sjunga anser vi att man därför inte bör skilja talregister och sångregister åt. Visserligen kan man genom träning ändra klangen så att rösten vid sång låter olikt rösten vid tal, men samma instrument används. Avståndet mellan "talrösten" och "sångrösten" blir mer eller mindre tydligt i olika genrer. En folkmusiker eller en trubadur använder sig oftast av en sångröst som är mycket lik talrösten. På samma sätt är det inte ovanligt att träffa på operasångerskor som använder sig av samma klang i tal som i sång. Ser man rösten som en helhet blir det inte relevant att göra en distinktion mellan hur många register som *finns* i tal respektive sång. Däremot kan det vara intressant att se hur många register som *används* i tal till skillnad mot sång. Eftersom tal ofta inte spänner sig över ett lika stort frekvensomfång som sång är det troligt att man inte använder sig av lika många register i tal. När man talar om hur många register som finns är det dock vår uppfattning att röstens båda användningsområden, tal och sång, bör beaktas.

## Slutsats och vidare forskning

Syftet med vår uppsats var att göra en sammanställning av den befintliga litteraturen om kvinnorröstens register samt att genom egna undersökningar utreda om mellanregistret existerar eller inte och vad som i så fall skiljer det från bröstregistret. Vår hypotes var att vi skulle finna skillnader av perceptuell, akustisk, aerodynamisk och fysiologisk natur mellan bröstregistret och mellanregistret. Våra resultat av den perceptuella bedömningen och samtliga analyser visade klara skillnader mellan de båda registren. De står i enighet med tidigare resultat i liknande studier. Av detta drar vi slutsatsen att det finns starka skäl att tala om olika register, inklusive mellanregistret.

Mer forskning behövs dock för att säkerställa de olika registrens antal och egenskaper. En del forskningsresultat har bara påvisats i ett fåtal studier. Exempel på detta är Sonninen m. fl. observationer (1999) av den extralaryngeala muskulaturens roll. Även om studien inte bekräftats i sin helhet av andra forskare är det fullt möjligt att hans teori kan samexistera med andra registerteorier. Mer forskning om den extralaryngeala muskulaturen behövs. Larges observationer (1973) av enskilda deltoners energifördelning i olika register har inte heller bekräftats av andra forskare, men det finns fler som menar att deltonsstyrka och resonanser har betydelse för register (Miller, 2000; van Deinse, 1981). Fler studier av samma slag skulle behövas för att bekräfta eller förkasta Larges teorier.

Då de flesta forskare bara använt sig av ett fåtal försökspersoner är det svårt att dra generella slutsatser och urskilja eventuella individuella variationer. Studier behöver göras på en större population.

Mycket av forskningen som finns tillgänglig om mellanregistret jämför det med bröstregistret, så även vår egen studie. Ett behov finns att även jämföra mellanregistret med lättare register, som till exempel huvudregistret. Vidare hade det varit värdefullt om forskare hade kunnat enas om vilka termer som ska användas, vilket hade minskat begreppsförvirringen och utgjort en bättre grund för framtida samtal om register.

## TACK...

...till Roland Rydell för god handledning och hjälp med brottsliga undersökningar,  
till Anders Löfqvist för hjälp med kvotuträkningar och dressyr av apan,  
till Karl Radeborg för statistisk guidning.

Ett alldeles särskilt tack till våra outtröttliga försökspersoner  
som ställt upp gång på gång samt till lyssnarpanelen som tagit sig tid att hjälpa oss!

## REFERENSLITTERATUR:

- Appelman D. R. (1973) Radiological Findings in The Study of Vocal Registers. Large J. W. (red.) Vocal Registers in Singing. *Janua Linguarum Series Minor*. 164: 59-92.
- Arnold G. E. (1973). Research Potentials in Voice Registers. J. W. Large (red.) Vocal Registers in Singing. *Janua Linguarum Series Minor*, 164: 137-153.
- Colton R. H. Hollien H. (1973). Physiology of Vocal Registers in Singers and Nonsingers. J. W. Large (red.) Vocal Registers in Singing. *Janua Linguarum Series Minor*, 164: 105-136.
- van Deinse, J. B. (1981) Registers. *Folia Phoniatica*, 33: 37-50.
- Garcia (1847). Complete Treatise on the Art of Singing: Part 1. New York: Da Capo Press. Översättning av Paschke D. V. A. (1984).
- Hirano M. Vennard W. Ohala J. (1970) Regulation of Register, Pitch and Intensity of Voice. *Folia phoniatica*, 22: 1-20.
- Hirano, M. (1981). Intrinsic Laryngeal Muscles in Singing. Stevens, K. N. & Hirano. M. (red.) *Vocal Fold Physiology*. Tokyo: University of Tokyo Press.
- Hirano, M. (1988). Vocal Mechanisms in Singing: Laryngeological and Phoniatic Aspects. *Journal of Voice*, 2: 51-69.
- Hollien, H. Brown, W. S. jr & Hollien, K. (1971). Vocal Fold Length Associated with Modal, Falsetto and Varying Intensity Phonations. *Folia Phoniatica*, 23: 66-78
- Hollien H. & Schoenhard C. (1983). The Riddle of the "Middle" Register. Titze I. R. & Scherer R. C. (red.) *Vocal Fold Physiology. Biomechanics, Acoustics and Phonatory Control*. Denver Center for the Performing Arts, Inc.
- Kitzing, P. (1982). Photo- and Electroglottographical Recordings of the Laryngeal Vibratory Pattern during Different Registers. *Folia Phoniatica*, 34: 234-241.
- Large J. (1973). Acoustic Study of Register Equalization in Singing. *Folia phoniatica*, 25: 39-61.
- Large J. & Iwata S. von Leden H. (1970). The Primary Female Register Transition in Singing. *Folia Phoniatica*, 22: 385-396.
- Large J. & Shipp T. (1973). The Effect of Certain Parameters on the Perception of Vocal Registers. Large J. W. (red.) Vocal Registers in Singing. *Janua Linguarum Series Minor*, 164: 93-104.

- Lindblad P. (1992). *Rösten*. Lund: Studentlitteratur.
- Löfqvist A. & Mandersson B. (1987). Long-Time Average Spectrum of Speech and Voice Analysis. *Folia Phoniatica*, 39: 221-229.
- Löfqvist A. (1990). *Människans röst*. Lunds Universitet, Institutionen för Logopedi och Foniatri.
- Miller D. G. (2000). *Registers in Singing. Empirical and Systematic Studies in the Theory of the Singing Voice*. Wageningen: Ponsen & Looijen.
- Murry T., Xu J. J. & Woodson G. E. (1998). Glottal Configuration Associated with Fundamental Frequency and Vocal Register. *Journal of Voice*, 12: 44-49.
- Rothenberg M. (1981). Acoustic Interaction between the Glottal Source and the Vocal Tract. Stevens K. N. & Hirano M. *Vocal Fold Physiology*. Tokyo: University of Tokyo Press.
- Schutte H.K & Miller D.G. (1993). Belting and Pop, Nonclassical Approaches to the Female Middle Voice: Some Preliminary Considerations. *Journal of Voice*, 7:142-150.
- Sonninen A. & Hurme P. (1998). Vocal Fold Strain and Vocal Pitch in Singing: Radiographic Observations of Singers and Nonsingers. *Journal of Voice*, 12: 274-286.
- Sonninen A., Hurme P. & Laukkanen A-M. (1999). The External Frame Function in the Control of Pitch, Register, and Singing Mode: Radiographic Observations of a Female Singer. *Journal of Voice*, 13: 319-340.
- Sonninen A., Hurme P. & Vilkmann E. (1992). Roentgenological Observations on Vocal Fold Length-Changes with Special Reference to Register Transition and Open/Covered Voice. *Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatics*, 17: 95-106.
- Sundberg J. (2001). *Röstlära. Fakta om rösten i tal och sång*. Stockholm: Proprius förlag.
- Sundberg J. & Kullberg Å. (1999) Voice Source Studies of Register Differences in Untrained Female Singing. *Journal of Logopedics, Phoniatics and Vocology*, 24: 76-83.
- Titze I. R. (1988). A Framework for the Study of Vocal Registers. *Journal of Voice*, 2: 183-194.
- Titze I. R. (1994). *Principles of Voice Production* (Kap. 10). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Vennard W. D. (1967). *Singing. The mechanism and the Technic*. New York, N. Y: Fischer.
- Vennard W. & Hirano. M (1973). The physiological Basis for Vocal Registers. Large J. W. (red.) *Vocal Registers in Singing. Janua Linguarum Series Minor*, 164: 45-58.

Hej,

Du har nu fått en minidisk och ett formulär. På minidisken finns sammanlagt 60 tonpar som vi vill att du ska bedöma.

Det du ska bedöma är vilket register tonerna i tonparen tillhör: bröstregistret eller mellanregistret. Bröstregister markeras med B, mellanregister med M.

Är du osäker kryssar du i rutan osäker/vet ej.

Tonparen sjungs av tre olika försökspersoner som sjunger 20 par vardera. Du får lyssna på en försöksperson i taget. Innan första tonparet du ska bedöma spelas upp får du först höra ett testexempel på en ton som är typisk för försökspersonens bröstregister respektive mellanregister. Detta för att du ska ha en chans att lyssna in dig på försökspersonernas respektive röst.

Du får lyssna på testexemplet hur många gånger du vill. Även tonparen får du lyssna på flera gånger, dock är det inte meningen att du ska behöva göra det.

Är du fortfarande osäker efter en andra genomlyssning av tonparet bör du gå vidare.

Inspelningen är c:a 20 minuter lång. Det bör inte ta dig mer än 30 – 45 minuter att fylla i formuläret.

Vid bedömningen ber vi dig att så gott det går bortse från skiftande tonkvalité vad gäller vibrato, hårda ansatser och volym samt inspelningskvalité vad gäller volym och bakgrundsbrus.

Har du fått minidisk 2 eller 3 får du vara uppmärksam på att inspelningen inte börjar på tonpar 1, utan på det nummer som står anvisat med pil på formuläret.

Tack så mycket för att du ville ställa upp och hjälpa oss!

Med vänliga hälsningar,

Ingrid och Victoria.



## Perceptuell bedömning, försöksperson 1 MD1.

Tonernas registertillhörighet är:

osäker/vet ej

*Testexempel:*

Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

1. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

2. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

3. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

4. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

5. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

6. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

7. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

8. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

9. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

10. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

11. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

12. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

13. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

14. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

15. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

16. Ton a: \_\_\_ Ton b: \_\_\_

*B för bröstregister, M för mellanregister*

