

## **MUSIKAKUSTISKA FORSKNINGSGRUPPEN**

### **ÅRSRAPPORT 2004**

Musiken är en form av mänsklig kommunikation som engagerar både intellekt och känslor. Trots sin status som en av de sköna konsterna är den ändå till stor del gripbar för vetenskapen. Musikakustiken studerar hur musikljud alstras, överförs och uppfattas; den vill förklara varför ljuden och musiken är som de är. I mötet mellan etablerad tradition, ny teknologi och nya uttrycksformer bedriver vi en livaktig forskning med akustikens discipliner i centrum, och med kopplingar till signalteori, materialteknik, biomekanik, fysiologi, psykologi, och medicinsk teknik. Forskningen syftar till bättre musikinstrument av alla slag, mer övertygande konstgjorda toner och omgivningsljud, och till en ökad förståelse för hur känslor universellt representeras av ljudföljder och gester. I en värld påverkad av globala media och med en omfattande musikindustri är sådana specialkunskaper av särskilt intresse.

Rösten är på en gång vårt viktigaste kommunikationsmedel och det musikinstrument som alla äger. I tal såväl som i sång är rösten fascinerande med sina unika uttrycksmöjligheter, och den är på många sätt förebild för musikinstrumenten. Men vissa yrkesgrupper är särskilt utsatta för röstproblem, och det är angeläget att avhjälpa detta. Inom röstakustiken samverkar tekniker, medicinare och professionella röst användare för att studera röstens normala funktion och hur den på olika sätt kan falla.

Den musikakustiska forskningsgruppen vid institutionen för tal, musik och hörsel, KTH, presenterar här sin 37:e årsrapport. Den skickas som vanligt ut till flera hundra personer med intresse för verksamheten. Årsrapporten är ett av flera sätt på vilka gruppen sprider kännedom om sina forskningsrön. Utöver sedvanlig vetenskaplig publicering och konferensmedverkan, ger vi fem kurser med ljudanknytning för de olika utbildningsprogrammen vid KTH, och håller högre seminarier i musikakustik där alla intresserade är välkomna. Särtryck av nya artiklar erbjuds årligen ett hundratal personer och institutioner som visat intresse för vår sändlista. Vissa år ger vi också fort- och vidareutbildningskurser för yrkesverksamma inom musik, röst, akustik och ljudteknik. Information om alla dessa aktiviteter finns under vår hemsida på Internet: <http://www.speech.kth.se/music> .

I april 2004 flyttade institutionen till nya lokaler på KTH campus. I den nyrenoverade och K-märkta tegelbyggnaden "Gamla fysik", uppförd 1949, disponerar nu institutionen synnerligen ändamålsenliga och trevliga lokaler. Under de 18 år som institutionen har haft sin hemvist i f.d. Statens Provningsanstalts huvudbyggnad hade det hunnit samlas ett och annat i laboratorier och arkiv. Institutionen passade på att slänga ca 6 ton papper under packningen. Trots det kändes visionen om det 'papperslösa kontoret' mer avlägsen än någonsin. Många gamla kära apparater, uppfinningar och prylar hade dock stort praktiskt eller nostalgiskt värde och bevarades, inklusive ett tjug fioler av synnerligen tveksam kvalitet. I samband med flytten har institutionens hemsidor omarbetats, under ledning av webbmästare Kjetil Falkenberg Hansen.

Under sommaren 2004 beslutade Rektor att KTH skulle byta från en matrisorganisation till en linjeorganisation, med verkan från 1 januari 2005. De 29 institutionerna jämkades därför raskt ihop till nio 'skolor'. Vår relativt lilla institution TMH sorterar numera ihop med den stora institutionen Numerisk Analys och Datalogi, NADA, i den nybildade *Skolan för Datavetenskap och kommunikation* (School of Computer Science and Communication), förkortat KTH KOD. Föreningen har skett utan större vändor, och visar alla tecken på att vara lyckosam. Till dekan för skolan har utsetts Ingrid Melinder och till prodekan Anders Askenfelt.

## Personal och ekonomi

Gruppens sammansättning har under år 2004 varit, i bokstavsordning:

*Anders Askenfelt*, docent, prefekt för institutionen

*Mikael Bohman*, civ ing

*Eva Björkner*, doktorand (vid TKK, Helsingfors Tekniska Universitet)

*Roberto Bresin*, tekn dr, webbansvarig musikakustik

*Sofia Dahl*, tekn lic, doktorand

*Kjetil Falkenberg-Hansen*, doktorand, webbmästare TMH

*Anders Friberg*, docent

*Svante Granqvist*, tekn dr, studierektor för grundutbildningen vid TMH

*Erik Jansson*, docent

*Erwin Schoonderwaldt*, doktorand

*Peta Sjölander*, fil dr, deltid

*Johan Sundberg*, professor emeritus

*Sten Ternström*, professor

Personalkostnaderna har bestridits av KTH, Vetenskapsrådet, Forskningsrådet för Arbetsliv och Socialvetenskap (FAS), Wenner-Gren Stiftelserna, Stiftelsen för Internationalisering av högre utbildning och forskning (STINT) (för gästforskare), samt av Europeiska Kommissionen. Ämnet musikakustik har erhållit en halv s.k. ämnesbas från KTH. Johan Sundberg har liksom tidigare arbetat heltid utan ersättning. Två utländska examensarbetare har gjort sitt arbete hos oss med stöd av ERASMUS-programmet.

Vi måste här konstatera att konkurrensen om offentliga forskningsmedel, som under senare år hårdnat betänkligt, nu har stegrats till att vara kontraproduktiv. En helt orimligt stor del av vår tid nuförtiden går åt att skriva ansökningar om forskningsanslag, och den ständiga oron för gruppens försörjning är tröttsam. I detta avseende blev år 2004 en stor besvikelse, då inga nya anslag av betydelse beviljades, trots ett stort antal ansökningar inom och utom landet. Under 2005 får vi försöka övervintra och vässa pennorna ytterligare.

### **Ny docent**

Anders Friberg sökte och fick en docentur i musikakustik, efter sin provföreläsning den 27 oktober med titeln ”Modelling Musical Communication: The Listener, The Musician and New Combinations”.

### **Johan Sundberg prisad igen**

Johan Sundberg förärades Svenska Akustiska Sällskapets Ljudpris för år 2004, för sina banbrytande och världsledande insatser inom musikakustiken. Vi gratulerar!

---

# Röst

## Röstens beroende av miljöbuller

Alla vet att man höjer rösten i bullriga miljöer, men kunskapen om vilken ansträngning som ökar risken för röstproblem har varit mycket liten. Detta projekt, med Sten Ternström, Maria Södersten, Mikael Bohman och Svante Granqvist som medverkande, är nu i sitt slutskede. Projektet har bidragit till ökad kunskap genom att visa bl a att olika personer har mycket olika förutsättningar att klara röstarbete i störd miljö, och att spektrummättnad kan vara ett tecken på ansträngd röst. Systematiska skillnader mellan mans- och kvinnoröster ger anledning att fundera på arbetsmiljön i mans- och kvinnodominerade yrken. Under 2004 utfördes inga nya experiment, istället utfördes ingående analyser av insamlade data, samt författande och revision av två större artiklar i *Journal of Voice* och *Journal of the Acoustical Society of America*. Ytterligare två artiklar planeras under 2005 (FAS).

## Kan man mäta sluten-fasen med elektroglottografi?

Elektroglottografi (EGG) är ett sätt att registrera stämbandets rörelser utan att behöva göra hål i försökspersonen. Man anbringar ett par elektroder på ömse sidor om adamsäpplet och skickar en högfrekvent men betryggande svag växelström genom halsen. När stämbanden är slutna får strömmen en lättare väg att gå mellan elektroderna. Impedansen minskar därför mätbart när kontaktytan mellan stämbanden ökar. Detta är i sig ingen nyhet. Vår gästande examensarbetare *Christian Herbst*, från musikhögskolan Mozarteum i Salzburg, var emellertid intresserad av att med EGG bestämma slutenfasesens längd, alltså hur stor del av tiden som de svängande stämbanden är slutna. Detta är något av en definitionsfråga, eftersom kontaktytan endast är indirekt relaterad till stämbandsöppningens area. Herbst inventerade litteraturen om EGG, och provade åtta algoritmer för slutenfasen i ett jämförande datorprogram. Han fann att måtten för samma fonationsexempel kunde skilja med så mycket som 0,3 på en skala från 0 till 1. Han jämförde också med observationer av glottisöppningen med höghastighetsvideo, och fann att den enklaste definitionen av slutenfasen verkade stämma bäst; samt att i vissa typer av luftig fonation kan EGG inte användas alls. Resultaten skall rapporteras bl a vid PEVOC 6 i London. Handledare var Ternström, med god hjälp av gästforskaren *Jan Švec*. Tillsammans med Marie Curie-stipendiaten *Harald Jers* (se nedan) utvecklade Herbst och Švec stor kreativitet under våren, och alla tre hjälpte till i varandras undersökningar. (ERASMUS)

## Stämbandssimuleringar

Johan Liljencrants ägnade under slutet av 90-talet flera år åt simuleringar av stämbandets svängningar. Svante Granqvist fortsätter nu i samma anda, med en modell som har ett större antal massor och fjädringar för varje stämband. Detta kan göra det möjligt att simulera vad som händer när stämbanden får förändringar i vissa delar pga sjukdom. I modellen ingår simulering av luftflödet i stämbandsspringan, det tryck som uppstår lokalt

i stämbandsspringan driver stämbandens massor, vilket i sin tur ändrar springans storlek, och därmed blir det drivande trycket annorlunda. Denna beräkningsprocedur upprepas 10 000-tals gånger per sekund, och ger efter många varv en simulering av stämbandens rörelser.

## Varför låter synteser ofta surriga?

Örat är mycket erfaret och kräset när det gäller röstljud; och när man syntetiserar röstljud blir resultatet lätt mekaniskt och/eller surrande. Det finns flera skäl till detta, men någon systematisk undersökning av just 'surrighet' har veterligen inte gjorts tidigare. Sten Ternström och David Howard misstänkte för det första att spektrum innehållet vid höga frekvenser måste vara väl avvägt. Inom tal- och sångsyntesen har man hittills inte brytt sig mycket om området ovanför 5 kHz, därför att det innehåller relativt lite akustisk energi. En andra misstanke, eller rättare sagt hypotes, var att grundtonsfrekvensen inte får vara mekaniskt stationär, utan måste röra sig lite upp och ned kring 'börvärdet'. Ett lyssnartest gjordes med trettio varianter av en stark baritonton: från helt syntetisk och stel, via olika hybrider, till autentiska inspelningar av en levande sångare. Faktorerna i testet var: spektrumnivå i bandet 6-8 kHz, som varierades i fem steg om 6 dB; syntes med/utan vibrato; syntes med/utan grundtonsdarrning; syntes med autentiska stämbandsperioder (från EGG); samt levande röst. Lyssnartestet dubblerades, med 14 försökspersoner i Stockholm och 10 i York. Resultaten visade att ökad spektrumnivå i området 6-8 kHz entydigt leder till ökad upplevd 'surrighet', samt att ökade avvikelser i grundtonsfrekvens leder till minskad upplevd surrighet. Undersökningen presenterades vid PAS2 i Denver; se <http://www.ncvs.org/pas/2004/>, där föredragen med video och ljudexempel finns utlagda. (STINT)

## Körakustik

*Harald Jers* från Tyskland är diplomerad både i teknisk fysik och i dirigering. Han kombinerar sina intressen genom att studera körsång och akustik, med hjälp av avancerad teknik. Som förberedelse analyserade han först en omgång tidigare data och presenterade dem på akustikkonferensen B-NAM på Åland. Mellan mars och augusti hann han sedan med tre stora experiment. Det första gällde att spela in en sexton rösters blandad kör, med en egen mikrofon och ett eget ljudspår för varje sångare. En liten myggmikrofon tejpades på varje nästipp och ett stort antal sladdar letade sig via mixerbord in i en dator. En mycket duktig kör ställde upp och sjöng in flera dussin övningar under Haralds noggranna instruktion. När han nu hade en fungerande sextonkanalig rigg, insåg Harald att han kunde passa på och mäta riktverkan i ekofritt rum för ensam sångare och dessutom för sångare i grupp. För att helt kunna lita på sångaren i gruppen, körde Harald hem till Tyskland och hämtade hit den unika konstgjorda sångarmannekäng som utvecklats vid RWTH i Aachen. Med stor hjälp från den tekniska personalen vid KTH-MWL, monterades sedan de sexton mikrofonerna längs en vertikal fackverksbåge, som kunde vridas runt sångaren eller ensemblen i det ekofria rummet. För varje sidovinkel, 10° i taget, fick Harald på så sätt data för 16 höjdvinklar på ett bräde. Det sista experimentet var att mäta upp 80 stycken binaurala impulssvar, två för varje sångarplacering, och detta

både i Jakobs kyrka samt i Sveriges Radios Studio 2. Med dessa impulssvar kan Harald nu kombinera sina sångarinspelningar med akustikdata, och rekonstruera stereoljudet av kören *som om* den hade stått i en angiven uppställning; både på dirigentplats och på åhörarpåls. Den sextonkanaliga kören kan mixas *ad libitum* och körledare kan få höra vad varje sångare bidrar med. Handledare var Sten Ternström, som hade fullt sjå att hålla i rodet för denna energi. Harald var dessutom aktiv i flera körer och föreläste vid Musikhögskolan. (EU – Marie Curie Training Site)

## Röstdosen, och hur den bör mätas

En röstackumulator eller röstdosimeter är ett bärbart instrument som registrerar röststyrka och tonläge under en hel arbetsdag, utan att spela in vad bäraren säger. Vid Karolinska Universitetssjukhuset i Huddinge har Annika Szabo m fl gjort ett antal undersökningar med röstackumulatörer. Ett samarbete har nu inletts mellan KTH, KI och National Center for Voice and Speech (NCVS) i Denver, Colorado, USA. Under sina tre år vid NCVS har *Jan Švec* utvecklat en dosimeter som består av en modifierad handdator, och ett tjugotal sådana har använts för att kartlägga röst användningen hos (amerikanska) lärare. Logopedie kandidaten *Anna Lundblad* skall för sin magisteruppsats analysera ett stort material från NCVS, under *Maria Söderstens* och Ternströms handledning, med benägen medverkan på distans från Dr Eric Hunter och Prof Ingo Titze. En ansökan har också ingivits till FAS om ett forskningsprojekt kring röstdos och röstens uthållighet på arbetsplatsen.

## Lyssnar vi till sång och tal på olika sätt?

I sång såväl som i tal kan texten och (sats)melodin ses som två parallella informationskanaler, som åtminstone delvis behandlas av olika delar i hjärnan. *Rachel van Besouw*, gästande doktorand från York, var intresserad av huruvida man koncentrerar sig mer på texten i tal och melodin i sång, eller inte. 24 försökspersoner fick höra grammatiskt riktiga men icke förutsägbara fraser, vilka talades respektive sjöngs på okända melodier. Försökspersonerna skulle sedan peka ut rätt tonhöjdsförlopp och/eller återge så mycket som möjligt av texten genom att skriva ned den. Antalet ihågkomna ord sjönk påtagligt i exemplen med sång, och var också lägre om man *både* skulle identifiera tonhöjdsförloppet och komma ihåg texten. Resultaten ska rapporteras på PEVOC6 i augusti 2005. (STINT)

## Barn- och ungdomsröst

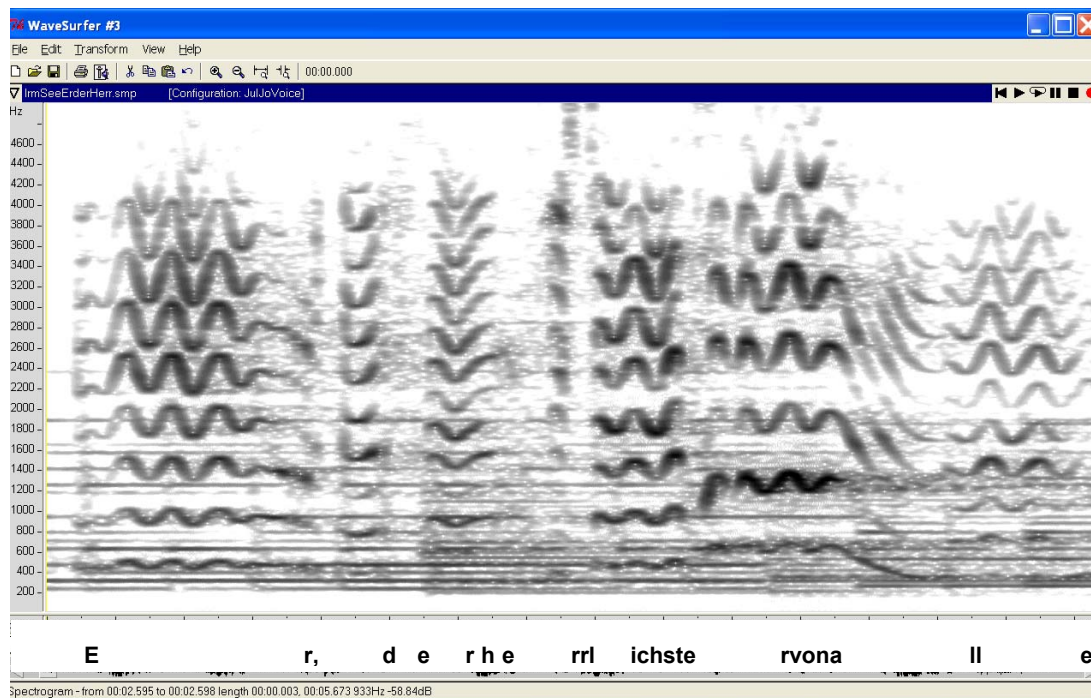
I projektet BUG (Barnröstens utveckling och genuskillnader) bedrivs flera delundersökningar. En gäller taltonlägets utveckling genom puberteten. Ett omfattande tidigare inspelat material med 46 pojkar har redigerats ned till ca tre timmars prover av tal och sång från olika skeden av puberteten. Proverna har bedömts enligt en perceptuell skala, efter John Cooksey, och dessa mätningar korreleras mot objektiva röstmått. En annan delundersökning, i samarbete med Anita McAllister vid Linköpings Universitet, gäller dagisbullrets eventuella inverkan på barnrösten. Efter ett inledande pilotförsök spelades elva barn in med en kroppsburen binaural utrustning. Med en metod utvecklad av Svante

Granqvist kan inspelningarna separeras och nivåer mätas på både barnets egen röst och omgivningsljudet. Genom att relatera nivåer, objektiva röstmått och expertlyssnares bedömningar till varandra, kartläggs hur barnen använder rösten i en bullrig miljö. Dessutom har arbetet fortsatt med en tidigare stor kartläggning av sångrösten hos 320 barn i åldern 3-12 år: bl a prövas frågan vilka egenskaper hos barnröster som gör att lyssnare kan skilja på pojk- och flickröster. BUG-projektet har presenterats vid flera röstmöten. Peta Sjölander var föräldraledig mars-december 2004, och takten i projektet var därför reducerad. (VR)

## Var stavelserna börjar i sång

Tidtabellen, eller som det heter på svenska tajmningen, är en väldigt betydelsefull del av musicerande. Genom att göra alla toner precis lagom långa i stället för så långa som noterna nominellt anger blir musiken intresseväckande och angelägen. Men var börjar då en ton? Frågan är enkel att besvara när det gäller instrument med väldefinierad tonansats, som t ex blåsinstrument eller piano. Men när det gäller sång är läget litet mera diskutabelt. Inom fonetiken anses en stavelse vanligen börja med en konsonant. Å andra sidan kan konsonanter vara tonlösa och det verkar klart tveksamt att en ton skulle kunna börja på en konsonant som t ex /s/. Ändå kan frågan ställas. I boken *Estonian Runic Songs* har musikforskaren Jaan Ross och fonetikern Ilse Lehiste nyligen visat att tonerna i estniska lamentsånger måste anses börja på konsonant, annars kan orden förlora sin avsedda betydelse. Frågan är dessutom viktig, om man skall mäta hur långa tonerna är i en sång. En tons längd blir olika, beroende på om man mäter från vokalansats till vokalansats eller om man mäter från konsonantansats till konsonantansats.

*Julia Bauer*, numera professor i sång vid Universität fur Musik und darstellende Kunst, Wien, och Johan Sundberg testade den möjligheten genom att undersöka praxis i den klassiska sangrepertoaren. De matte tidsintervallet mellan pianoackompanjemangets tonansatser och vokalansatserna i fyra inspelningar av vardera tre Schumannsanger, *Seit ich ihn gesehen*, *Ich kann's nicht fassen nicht glauben ur Frauenliebe und Leben* och *Die Rose, die Lilie ur Dichterliebe*. Mätningarna underlättades betydligt av att vokalens alla deltoner kommer nästan exakt samtidigt i klassisk sång, som illustreras i figuren nedan. I tal kommer däremot de högre deltonerna litet senare än de lägre. Resultatet visade ganska stora variationer. I den långsamma sangen *Seit ich ihn gesehen* förekom stora variationer mellan tidiga och sena vokalansatser, eller lead och lag, som det kallas på svenska. Där uppgick den genomsnittliga förseningen av vokalansatsen för de fyra sångerskorna till mellan 50 ms och 10 ms. I den snabba sangen *Die Rose, die Lilie* varierade den mellan 0 ms och 10 ms. Dessa låga varden ovarraskar knappast: det finns helt enkelt inte tid för stora förseningar, när tempot är snabbt. Mera intressant var att inte ens de största förseningarna var så stora att pianoackompanjemanget kom samtidigt med konsonanten annat än i undantagsfall. Resultatet visade alltså med klara fakta att stavelserna börjar på vokalansatsen, precis som man kunde vänta. Vokalansatsen ska med andra ord komma på taktslaget i klassisk sång. Förmodligen är det inte lika noga med den saken i den smått recitativiska estniska lament-repertoaren, där metern inte verkar spela en så framträdande roll.



Figur 3. Spektrogram av Imgard Seefrieds inspelning av *Er, der herrlichster von allen ur Robert Schumanns Dichterliebe*. I sång i motsats till tal startar alla deltoner samtidigt, också efter tonlösa konsonanter som /h/ i herrlichster.

## Pomperipossaproblemet

I förra årsrapporten beskrevs en effekt av märkligt slag: när man hummar ökar halten av kväveoxid, NO-gas, i utandningsluften. Gasen alstras i näsans bihålor maxillar-sinus, men varför detta sker var en gåta. Svante Granqvist och Johan Sundberg har i samarbete med *Eddie Weizberg* och *Jon Lundberg* vid Karolinska Institutet löst gåtan. Hypotesen utgick från det säkra faktum, att ljud fysiskt sett är lika med variationer i lufttrycket. När man hummar varierar alltså lufttrycket i näsan med en frekvens som motsvarar humtonen plus frekvenserna för alla dess övertoner. Lufttrycksökningarna kan tänkas pressa in litet utandningsluft i bihålorna som då kastar ut den igen, uppblandad med NO-gas.

Den här hypotesen verifierades med en Pomperipossanäsmodell där näsan motsvarades av ett 70 cm långt rör och en av bihålorna av en injektionsspruta fylld med NO-gas. En hummande luftström erhöles genom att en luftström från en trycktank passerade en rörstump ansluten till en låda med en högtalare i. Denna artificiellt hummande luftström visade sig dra ut NO-gas ur sprutan. Granqvist konstruerade också en teoretisk Pomeripossanäsmodell i form av ett datorprogram. Dess akustiska egenskaper visade sig nästan exakt överensstämna med rörmodellen.

Försöket visade därmed övertygande att länsningen av NO-gas från bihålorna sker som följd av att humljudet skapar tryckvariationer vid bihålornas ingång. De pressar in utandningsluft i bihålorna, vilken sen studsar ut, uppblandad med NO-gasen efter sin korta vist i bihålan. Undersökningen visade alltså hur Pomperipossa skulle ha kunnat



vädra ut sin giftiga NO-gas ur sina bihålor, om hon nu hade funnits och haft bihålor som producerade NO-gas.

## Hur kastrater kan ha låtit

Den frågan aktualiserades under året i och med att Drottningholms Slottsteater uppförde en nyskriven opera som handlade om och hette Kastrater. I samband med detta fick fil dr *Marianne Tråvén* vid Stiftelsen Drottningholms Teatermuseum i uppdrag att ordna en utställning om kastrater. Hon kontaktade Johan Sundberg som gjorde ett försök att framställa en kastratröst på halvsyntetisk väg. Utgångspunkten var att kastraterna hade en pojkes struphuvud och ansatsrör som en vuxen man. Strategin var därför att spela in en goss-sopran, som sjöng Franz Schuberts *Ave Maria* på vokalen /a/, och sedan skala bort spåren av hans korta pojkliga ansatsrör med hjälp av så kallad inversfiltrering. På det sättet kunde hans röstkälla vaskas fram, dvs ljudet av det pulserande luftflödet genom stämbandsspringan. Pojkens röstkälla leddes sedan genom ett filter med en frekvenskurva som motsvarade en barytonsångares ansatsrör. Det hela ordnades givetvis med datorkraft. Den resulterande syntesen kunde avlyssnas i utställningen i Drottningholms Teatermuseum tillsammans med den urgamla inspelningen från anno 1904 av den siste kastraten Moreschi. En viss likhet kunde kanske förnimmas. Pojksopranen hade en klar sopranklang, men den syntetiska kastraten hade mera mezzosopranklang och i lägre lägen framkom en typisk pojkröstkaraktär. Till all lycka saknas emellertid varje möjlighet att verifiera resultatet.

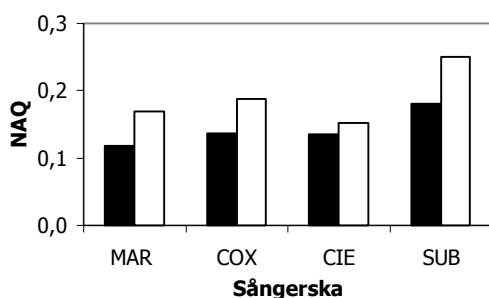
## Jussi Björlings sångkonst

Johan Sundberg inbjöds att hålla föredrag om Jussi Björlings sångkonst vid den internationella kongress som International Jussi Björling Society arrangerade i Stockholm i höstas. Han analyserade några exempel från inspelningar med avseende på bl a sångformantens mittfrekvens och intonationen. Jussi Björling visade sig ha en sångformant som är typisk för barytonsångare snarare än tenorer. Med syntes flyttades sångformantens mittfrekvens 200 Hz nedåt, vilket gav en totalt förändrad röstklang. Intonationen verkade Björling ha använt som uttrycksmedel. En höjdtön ur recitativet före Nilarian ur *Aida* var exempelvis ungefär en kvartston högre än i liksvävande temperatur. En syntetiserad version av tonen framställdes med hjälp av sångsynten MADDE, och klipptes in i Björlings recitativ. Resultatet lät inte oväntat som Björling. En ny syntes ordnades så med exakt samma röstklang, men med en intonation av höjdtönen som sänktes ner till liksvävande temperaturens värde. Detta drabbade uttrycket påtagligt. Tönen och musiken lät nu mera passiv. Intonationens betydelse för uttrycket verkar vara ett intressant och lovande område för fortsatt forskning.

## NAQ, tryck och registerskillnader hos musikalsångerskor

NAQ, den normaliserade amplitudkvoten har visat sig kunna spegla skillnader i röstkvalitet mellan läckande, normal och pressad fonation (Alku *et al*, 2002). I akustiskt fikonspråk kan den sägas ange förhållandet mellan röstpulsens amplitud och det deriverade flödesglottogramets negativa toppamplitud. I ett mera vardagligt språk

motsvarar den förhållandet mellan röstens grundtonshalt och röststyrkan. Sångpedagogen *Eva Björkner* arbetar på en doktorsavhandling som handlar om NAQ-parameters användningsområden. Arbetet utför hon i nära samarbete med professor *Paavo Alku* vid Helsingfors Tekniska Universitet. Strategin är att analysera hur NAQ varierar med röststyrka och tonhöjd hos sångare inom olika sångstilar. Under 2004 har hon analyserat röstkällan i bröst- och huvudregister hos fem musikalsångerskor, som inspelats vid Vanderbilt Voice Center i Nashville i samarbete mellan Johan Sundberg, *Tom Cleveland* och *Ed Stone*. Materialet bestod av upprepningar av stavelsen [pä] på samma tonhöjd i bröst- respektive mellan/huvudregister. Sångerskorna började serien med fulla lungor och så starkt som möjligt, och sjöng sen ett diminuendo ner till svagaste möjliga. Detta gav en översikt av respektive sångerskas totala subglottala tryckomfång i de två registren. Från de tre tagningarna kunde tio tryck, jämnt fördelade mellan högsta och lägsta, väljas ut och tillhörande vokal analyseras. På det viset erhöles en ganska detaljerad bild av hur subglottala trycket påverkar röstkällan. Bröstregisterexemplen visade sig ha producerats med högre subglottalt tryck, lägre NAQ-värden och större slutenvkvt, dvs stämbanden var slutna längre tid än i exemplen som sjöngs i huvudregister. Stora skillnader avslöjades mellan sångerskorna när det gäller hur subglottiska trycket påverkade röstkällan. Följaktligen var det också intressant att jämföra röstkällorna på ett och samma tryck. Fyra av sångerskorna hade sjungit på ett tryck av ca 11 cm vattenpelare och vid detta tryck noterades samma resultat som de som iakttagits vid varierande tryck; längre slutenvkvt, starkare ljudnivå, och lägre NAQ-värden för bröstregister än för huvudregister. En artikel om studien är accepterad för publicering i *Journal of Voice*. Det var alltså inte skillnaden i subglottiskt tryck som orsakade skillnaden i röstkälla och NAQ.



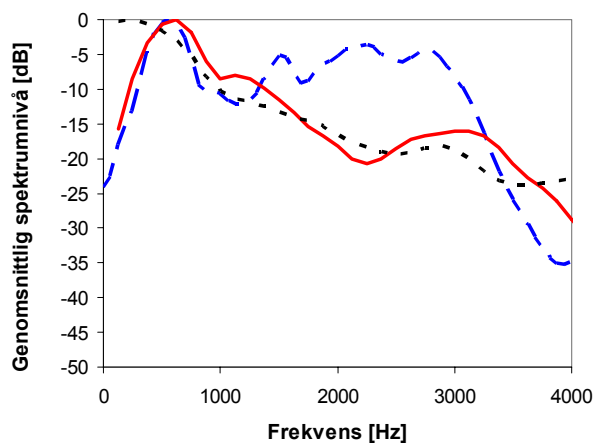
*Figur 5. Genomsnittsvärden av NAQ vid ett subglottiskt tryck på 11 cm H<sub>2</sub>O hos fyra musikalsångerskor bröst- och mellanregister (svarta respektive vita staplar).*

## Har sångerskor sångformant?

*Stephan Munckert* har kompletterat sin logopedutbildning med en magisteruppsats, där han fortsatt sitt examensarbete som handlade om sångformanten. Den här gången gällde det om mezzosopraner/altar har sångformant. De kunde tänkas ha nytta av en sån åtminstone i låga lägen. Munckert spelade in fem professionella företräderskor för detta röstfack som sjöng vokalsviter på åtta tonhöjder i piano och forte, läste en text med normal röst och med scenisk röst, och sjöng en aria. Materialet analyserades sedan med avseende på spektrum och långtidsmedelvärdesspektrum, LTAS.

En komplikation när det gäller att fastställa förekomst av sångformant är att spektrumnivån vid sångformantens frekvens starkt beror på var första och andra

formanterna ligger i frekvens. Den effekten kan å andra sidan beräknas. Munckert jämförde därför nivån på tredje formanten i spektrum med det förväntade värdet. Han fann bara sporadiska spår av sångformant i vokalerna i orden *bad*, *bit*, *bod*. LTAS av vokalsviterna och arian visade att sångerskorna hade betydligt lägre nivå vid sångformantens frekvensområde än en barytonsångare som anlätades för jämförelse. Inte heller i sceniskt tal fanns sångformant. LTAS-kurvorna av sångerskornas tal jämfördes med de normativa LTAS för otränade röster som logopeden Maria Nordenberg utarbetade i sitt magisterarbete i logopedi år 2003. Sångerskorna hade något högre genomsnittlig ljudnivå på sina deltoner mellan 2000 och 4000 Hz jämfört med otränade röster som talade starkt, se Figur 4 nedan.



Figur 4. Den hel dragna kurvan visar genomsnittligt LTAS för fem professionella mezzosopraner/altar som sjöng en operaria. Den streckade kurvan visar motsvarande för en professionell barytonsångare med den framträdande toppen mellan 2000 och 3000 Hz, sångformanten. Den prickade kurvan visar genomsnittligt LTAS för otränade kvinnoröster. Skillnaden mellan kurvorna visar entydigt att mezzosopraner/altar inte har sångformant.

De här resultaten är tankeväckande. Sångformanten är ett medel för manliga sångare utbildade i klassisk sångstil att komma igenom ett starkt orkesterackompanjemang. Sopraner ligger så högt i tonhöjd att hotet från orkestern blir rätt begränsat. Hur altar och mezzosopraner löser uppgiften förblir däremot en öppen fråga.

## Påbörjade projekt

*Camilla Romdahl* är en sångerska som utbildar sig till logoped i Stockholm. Som magisterarbete har hon valt att undersöka hur viktiga deltonerna i området ovanför 2000 Hz är för textuppfattbarheten. Man vet att sångare lär sig att producera särskilt starka deltoner i detta frekvensområde. Strategin är att dränka otränade röster och sångarröster i babbler av olika styrka och be lyssnare gissa vilka stavelser som sjungs. Johan Sundberg är handledare.

*Gustaf Kalin* är teknolog och barbershopsångare och hans examensarbete i musikakustik gäller barbershopsång. Han analyserar intonationen i barbershopkvartetter. Dessa har han spelat in med särskild teknik, som vi lärde oss av gästforskaren Harald Jers. Sångarna stod på ett par meters avstånd från varandra i inspelningsrummet och på varje sångares nästipp tejpade han fast en mikrofon som spelades in på en egen kanal. Med en mikrofon i mitten spelades ensembleljudet in. Analysen inriktades på formantfrekvenserna, som verkade vara mycket nog avstämda.

Sångerskan *Hannah Holgersson*, sångpedagogklassen vid Kungl Musikhögskolan i Stockholm, har startat ett specialarbete med Johan Sundberg som handledare. Det handlar om hur sopraner uttalar konsonanter på olika tonhöjder. I botten ligger misstanken att konsonanter, särskilt tonlösa klusiler, borde vara svårare att producera på höga, oländiga toner än på låga. Mätningar pågår.

Sångerskan *Susanne Rosenberg* från Kungl Musikhögskolan undervisar i folkmusik inklusive kulningens svåra och mycket högljudda vokalkonst. Hon gav i kurs vid musik-högskolan i denna konst, och i samarbete med Johan Sundberg och Eva Björkner inspelades deltagarnas kulningsförsök efter avslutad kurs. Dessutom mättes de ljudnivåer de nådde och de subglottiska tryck de använde. Trycken gick inte av för hackor, upp emot 50 cm H<sub>2</sub>O och inte heller ljudnivåerna låg åt det lågmälda hållet; upp till 123 dB på 30 cm avstånd från munnen. Det är ca 8 dB mer än vad man kan vänta från en dramatisk sopran.

Professor *Anne-Maria Laukkanen*, Tammerfors Universitet, gästade gruppen i höstas och genomförde då i samarbete med Johan Sundberg en undersökning av hur röstkällan varierar med tonhöjden. Den hypotes som prövades var om stämbandets vibrationsamplitud hos varje röst kanske blir maximal vid viss tonhöjd och att den tonhöjden då kanske är optimal för den rösten. Strategin är att analysera röstkällans egenskaper med hjälp av inversfiltrering.

*Jan Švec* från Tjeckiska republiken är en av de internationellt ledande röstforskarna, och han har utvecklat den skymografin. Det är en höghastighetsfilminningsmetod som innebär att man kan se hur stämbanden vibrerar också vid höga frekvenser. Tillsammans med Johan Sundberg dokumenterades sångerskeröster som sjöng på tonhöjder i närheten av tonen F5, dvs höga F för altar. Syftet var att leta efter tecken till registergräns i det frekvensområdet. Švec kommer tillbaka under 2005 för att avsluta undersökningen.

Musikforskaren *Lisbet Fredriksson* är gift med en präst med nära kontakt med Laestadianismen i Nordsverige. Där sjunger man koraler med en mycket ovanlig röstklang, som Fredriksson har kallat "arktisk klämsång". Tillsammans med Johan Sundberg har hon som en del av sin avhandling börjat en undersökning av det som kännetecknar röstkällan i denna röst användning, analyserade med hjälp av inversfiltrering. Röstegenskaper i koralsång och normalt tal jämförs.

Sångpedagogerna i icke-klassisk sång *Margareta Thalén*, SMI, och *Daniel Zangger-Borch* har fortsatt sitt samarbete med Johan Sundberg. Planen är att placera in Zangger-Borchs rocksång i den fonationskarta vi tidigare utvecklat för att beskriva röstbruk i olika sångstilar. I en sån karta representerar horisontella axeln det genomsnittliga subglottiska trycket och den vertikala den normaliserade amplitudkvoten NAQ, som omtalats ovan.

Johan Sundberg initierade ett samarbete med foniatörprofessorn *Markus Hess*, Hamburg, och röstforskarkollegan *Ronald Scherer*, Bowling Green University. Projektet syftar till att bestämma relationen mellan glottisyta, subglottiskt tryck och transglottalt luftflöde. Poängen är att Hess utvecklat en metod att kalibrera fiberskopsbilder av stämbanden, så att man kan mäta avstånd i millimeter. En inspelning gjordes med Hess tåligaste försökspersoner, en kvinnlig kravallpolis och en medicinstuderande, båda med

förmåga att med halsspegel på plats i två timmar producera röstljud och utdragna viskningar.

---

## Musikinstrument

### Violinens stall

Violinstallet kan liknas vid en människa som står med benen brett isär. Vid en sidoknuff på ena axeln ökar 'trycket' av ena foten mot golvet och minskar för den andra foten. Överkroppen kan vicka fram och tillbaka ovanför midjan. Golvet—violinens lock—är något rörligt, och sätts i rörelse av kraftparet vid fötterna. Med fötterna mer isär står violinstallet stadigare. Violinens lock är mjukt, i jämförelse med stallets midja.

Violinstallets mobilitet (vibrationskänslighet), mätt i form av frekvenssvar, visar ett lokalt maximum, en kulle, vid frekvensen för örats maximala känslighet. Denna kulle, kallad BH (Bridge Hill) har visats bero av egenskaper inte bara hos stallet utan även hos violinlocket. Jansson har visat att avståndet mellan stallets fötter påverkar BH-kullen (Applied Acoustics). Doktoringenjör *Ion-Paul Beldie* har visat att violinlocket sätter den översta frekvensen som BH kan justeras till. Professor *Jim Woodhouse*, Cambridge, har nyligen visat genom datorsimuleringar hur egenskaper hos violinlocket och violinstallet tillsammans påverkar BH. Genom experiment tillsammans med den franske utbytesstudenten *Jaques Durup* har Jansson visat att violinlockets  $f$ -håll kraftigt kan påverka BH-kullen.

Violinstallets mobilitet (vibrationskänslighet) mätt i form av frekvenssvar visar på två lokala maxima vid ca 450 och 550 Hz (resonansstoppar kallade P1 och P2). Med våra mätsonder (impulshammare och magnetspole) har rörelserelationer mellan violinstallet, violinens lock och violinens botten uppmätts. Utgående från att rörelserna enbart är vinkelräta mot ytorna (första approximationen) har visats att stallet även här utför en vickningsrörelse tillsammans med locket. I P1-toppen dras botten med i vibration via sargen. I P2-toppen kopplar dessutom vibrationer via ljudpinnen till en resonans med kraftiga vibrationer i botten. Sargen låser lockets och botten rörelse till samma storlek. Mycket arbete har nedlagts på att söka separera resonanser för kunna styra topparna i färdiga violiner, dock hittills utan framgång. Det bör sägas att sargen har tidigare visat sig ha mer komplicerade vibrationer och att violinkroppen uppför sig som ett rör (elliptiskt med raka sidor) i stallets plan.

En summering av hittills vunna kunskaper gavs i föredraget "The physics of the violin" vid Vibrationsdagen 2004, Skandinaviska vibrationsföreningen. Föredraget hölls av Anders Askenfelt, emedan Jansson skulle vara i USA på själva Vibrationsdagen.

### Rörblad hos klarinett

Jansson har fortsatt sin handledning av doktoranden *Tarmo Pajusaar*, professionell klarinettist i Estland. Litteratur har anvisats för distansstudier som kursdel och avtenterats via e-post. En mätvecka har genomförts på TMH. Pajusaar medförde en samling klarinetttrörblad av olika kvalitéer och material. Den dynamiska styvheten

(frekvenssvaret) hos rörbladen uppmättes genom att utveckla en metod för minimal inverkan av excitation och mätning av rörbladen fastspända i ett klarinettmunstycke. Vid experimenten visade sig att impulsexcitering (med så lätt hammare som möjligt) av rörbladet och kontaktfri mätning av vibrationerna med en optisk sond var optimalt. Klarinettrören av bambu och konstmaterial visade sig ha påtagligt olika dynamisk styvhet (resonansfrekvens).

## Pianots anslag och mekanik

Tillsammans med våra tidigare gästforskare *Werner Goebel* and *Alexander Galebo* har *Roberto Bresin* undersökt skillnaden i de dynamiska tidsförloppen för olika pianomekanismer när anslag och dynamik varieras. Huvudsyftet med undersökningen var att samla en stor mängd data från olika pianon, olika typer av anslag, samt olika tangenter. På så sett kan man modellera referensfunktioner som kan vara till nytta såväl för forskning i musikutförande som för pianopedagogik. Huvudfrågan var hur mekaniken kan påverka pianospelandet. Tre pianon undersöktes, ett Steinway modell C (225 cm), ett Bösendorfer SE290 (290 cm), och ett Yamaha Disklavier DC2IIXG (173 cm). Accelerometrar och en kalibrerad mikrofon användes för att registrera hammarrörelsen och tangentrörelsen samt ljudsignalen. Pianister slog an fem olika tangenter med två olika anslag ("pressat" och "slaget") i många styrkenyanser. Representativa mätpunkter utvanns ur accelerometersignalerna för mer än 2300 registrerade anslag, med information om kontakttider för finger-tangent, hammare-sträng, och tangent-i-botten; liksom den maximala hastigheten för hammaren, MHV. Analysen visade att hammarens löptider, från fingerkontakt till strängkontakt som funktion av MHV skilde sig tydligt mellan de olika anslagstyperna, men endast obetydligt mellan olika pianon. Det föreföll som om instrumentets kvalitet yttrade sig i ett konsekvent uppträdande för olika anslag och i låg kompression i mekanismen som helhet. Låg kompression avspeglar sig i kontakttiden för tangent-i-botten.

## Pianisters preferenser för spektrumlutning

I alla musikinstrument avtar deltonernas styrka ju högre upp i frekvens man kommer, dvs basen är oftast starkare än diskanten. En musikakustisk tumregel är att denna lutning i spektrum varierar med anslaget eller ansträngningen i tonbildningen, så att högre ansträngning ger en flackare lutning i spektrum. Det är så man kan höra på en inspelning att någon spelar eller sjunger starkt, även om stereons volymkontroll är neddragen.

Spektrumlutningen borde alltså vara en viktig parameter för det musikaliska uttrycket, men den är ofta ofullständigt eller felaktigt implementerad i dagens syntar. I sitt examensarbete konstruerade *Michael Klimczak* därför en sk additiv mjukvarusynt, med reglerbar spektrumlutning. Han lät sedan åtta pianister justera de värden mellan vilka spektrumlutningen hos den syntetiserade tonen skulle ändra sig med anslaget. Pianisterna var bra på att reproducera sina egna preferenser, men var och en hade väldigt olika preferenser. Arbetet visade också att det finns förvånansvärt litet musikakustisk litteratur om spektrumlutningen, samt att det är mycket svårt att få god kontroll över hela kedjan: anslag – hastighet – numerisk representation – ljudsyntes med tidsenvelopper – hörstyrka

och till sist klangfärg hos den alstrade tonen. Arbetet kommer att följas upp med nya examensarbeten om spektrumlutningen hos andra instrument.

---

## Musikalisk kommunikation

### Vill du lära dig att spela blockflöjt?

Om svaret på den frågan är ett helhjärtat ”ja!”, då kan *Imutus* vara ett outhärligt stöd vid de första stapplande stegen! Allt som behövs är en blockflöjt, dator med ljudkort och en målmedveten satsning. Efter tre år har EU-projektet *Interactive Music Tuition System IMUTUS* nått fram till den planerade prototypen av en datoriserad, interaktiv övningsmiljö för de 4-5 första årens blockflöjtsundervisning. Samarbetet mellan projektets forskningsgrupper i Grekland (3 st), Italien, Frankrike och Sverige har resulterat i en lovande prototyp med mångsidiga funktioner och ett attraktivt och lättanvänt gränssnitt för unga användare. Bland annat kan man välja bland svenska, engelska, franska och italienska för umgänget med *Imutus*. Prototypens centrala del ’Performance Evaluation Module’ (PEM) har utvecklats av medlemmar av vår grupp: Schoonderwaldt, Falkenberg Hansen och Askenfelt.

*Imutus* ’lyssnar’ när eleven övar på en melodi via datorns inbyggda mikrofon och PEM jämför utförandet med notbilden. PEM letar efter nio olika typer av grundläggande fel (melodiska, rytmiska, attacker, intonation, artikulation, tempo, frasering, andning och anblåsning). *Imutus* gör sedan en prioritering av vilka fel som ska visas för eleven i notbilden på datorskärmen, normalt bara tre stycken. När en elev har presterat något bra, som t ex spelat en svår passage rätt, ger *Imutus* beröm. *Imutus* simulerar alltså flera viktiga delar av musiklärarens agerande under en lektion. En uppskattad finess hos *Imutus* är en helhetsbedömning av melodien i form av 1 – 3 blinkande stjärnor.

*Imutus* kan kanske bäst betraktas som en ’virtuell hjälpfröken’, som tålmodigt lyssnar under elevens dagliga övande i hemmet, och som ger betyg, beröm och råd till lilla Maja om hur hon ska rätta till de fel som hon gör för tillfället och bli ännu bättre. Strax innan jul provades *Imutus* i praktiken med elever från Nacka, Solna och Stockholms kulturskolor. Under tre veckor gjorde våra tålmodiga medarbetare täta hembesök utrustade med bärbara datorer så att eleverna kunde öva ”Goder afton,” ”Ser du stjärnan i det blå” och andra julsånger med hjälp av *Imutus*. En kontrollgrupp av elever som övade på vanligt sätt i hemmet fick själva spela in sina övningsessioner med minidiskspelare. Alla elever fick en 1 kr per övningsminut som uppmuntran. Även om det är roligt att spela så skadar det inte med en liten morot!

Det visade sig att eleverna tyckte att det var roligt att öva med *Imutus*. Även deras lärare, som var lite skeptiska från början, observerade ett positivt inflytande av *Imutus*. Det visade sig också att *Imutus*-eleverna gjorde mindre fel än kontrollgruppen redan efter denna korta övningsperiod. Det kan delvis bero på att *Imutus*-eleverna var mer koncentrerade under övningspassen. Det hägrande målet med tre blinkande stjärnor i bedömningen (jackpot) utövade en sällsam attraktion.

Utan att dra några överilade slutsatser av den korta utvärderingen verkar det som att en interaktiv övningsmiljö i hemmet kan tillföra instrumentalundervisningen en hel del. Det blir både effektivare och roligare att öva när hjälpfröken Imutus lyssnar, pekar på vad som gick fel, hjälper tillrätta och ibland även berömmar. Övandet inför nästa veckas lektion blir på så sätt meningsfullt och koncentrerat, med fokus på de verkliga svårigheterna i stället för ett upprepat tragglande av spelläxan i ensamhet. Mera information om Imutus: <http://www.exodus.gr/imutus/>.

*Madeleine Svensson* genomförde sitt examensarbete "Automatic segmentation and classification of articulation in monophonic music" i anslutning till Imutus. Arbetet gav en bra grund för att automatiskt kunna klassificera artikulationen i blockflöjtsspel. Artikulation i musiksammanhang beskriver hur tydligt tonerna skiljs åt eller binds samman. Tydligt separerade toner åtskiljda av ett tyst 'gap' benämns *staccato*; där blir den ljudande delen av tonen med nödvändighet kortare än notvärdet. Toner som 'klistras' tätt samman utan nämnvärt gap benämns *legato*.

Studien omfattade flera perceptuella experiment med såväl inspelade blockflöjtsmelodier som syntetiserade blockflöjtstoner. Det visade sig att gapet mellan tonerna måste vara omkring 60% av tiden mellan två toners startögonblick ('inter-onset interval' IOI) för att artikulationen ska uppfattas som tydligt *staccato*. Det kan tyckas vara orimligt långa gap, speciellt som blockflöjten har ett kort avklingningsförlopp. Resultaten ligger dock i linje med tidigare artikulationsstudier med andra instrument. För exempelvis piano, där det utdragna avklingningsförloppet inte sätter någon tydlig gräns för tonens slut, måste gapen i *staccato* vara ännu längre.

För *legato*-artikulation i blockflöjtsspel krävs att gapen inte är längre än 10% av IOI, vilket kräver god koordination av luftflödet med fingerrörelserna. Resultaten från examensarbetet implementerades i prototypen av Imutus, och fungerade bra under den fältmässiga utvärderingen i musikskolorna.

## EEG-mätningar av scratch-DJs

Efter ett kort möte på SMAC 03 har Dr. *Mari Tervaniemi* vid Cognitive Brain Research Unit på Helsinki University satt igång projektet "The DJ Brain". Tillsammans med Dr. *Maria Uther* vid institutionen för psykologi, University of Portsmouth, och masterstudenten *Anu Halinen* utförs EEG-mätningar av tränade scratchare, tränade musiker och personer utan någon musikalisk träning. Målet är att kolla om diskjockeys är känsligare för ändringar i tonhöjd och rytm än andra musiker, och att kartlägga vilka delar av hjärnan som aktiveras vid olika stimuli för alla tre grupperna. Flera mätningar måste genomföras för att dra några slutsatser, och det är ett pågående arbete. Projektet har haft två arbetsmöten. I juli kom Anu Halinen till KTH, och i augusti besökte Hansen laboratoriet i Helsingfors och genomförde ett pilotexperiment.

## Sonifiering av känslor

Ett ganska nytt och mycket intressant forskningsområde är så kallad interaktiv sonifiering, dvs att representera data med hjälp av interaktivt ljud. Under sin vistelse i York har Bresin bland andra börjat att undersöka möjligheterna att "sonifiera" data som



kommer från mätningar av känslor i musikutförande. Sonifiering testades med två metoder. I den första metoden användes ett verktyg som utvecklades av Sandra Pauletto i York och som används bl a för sonifiering av fysiologiska data (t ex data från muskelrörelser) och av tekniska data (t ex genererade av sensorer i en helikopter). I den andra metoden använde Bresin en fysikalisk ljudmodell av en boll som man kan ändra storleken, material, hastighet, och andra parametrar. De preliminära resultaten visar att det är möjligt, med hjälp av datasonifiering, att kommunicera känslor som är kodade i data. Experimentet pågår. Roberto Bresin återvänder till York under sommaren 2005. (STINT)



*Ghost in the Cave - En spelare försöker få en fisk i spelet att bli arg genom att uttrycka ilska med kroppen. Rörelserna analyseras av en videokamera ovanför skärmen. Bilden från Dagens Nyheters förstasida den 24 oktober, 2003.*

## Ghost in the Cave

Spelet *Ghost in the Cave* är ett försök att tillämpa både de senaste rönen inom musikalisk expressiv kommunikation som utvecklades inom EU-projectet MEGA och att testa olika icke-konventionella interaktioner mellan dator och människa. Styrningen sker antingen med kroppsrörelser eller med rösten. Det går i korthet ut på att i två lag styra var sin fisk till tre olika grottor och där uttrycka olika känslor med antingen kroppen eller rösten i enlighet med ett spöke som dyker upp. När man är på rätt spår förändras utseendet på ens virtuella fisk-avatar så att den uttrycker den aktuella känslan. Lyckas man t ex att få fisken att bli ledsen så ändrar den färg till mörkblå och hänger med kroppen. Det finns två huvudspelare som styr fisken, och övriga i laget hjälper till med att öka hastigheten genom att röra sig så mycket som möjligt. Laget styr även musiken

som ändrar känslouttryck beroende på hur mycket varje lag rör sig. Spelet var tidigare beskrivet i årsrapporten från 2003. Se också <http://www.speech.kth.se/music/projects/Ghostgame/>

En vidareutveckling av spelet gjordes i samband med att det skulle presenteras på festivalen Arts and Science på Konserthuset i Stockholm, 24-26 september. Årets uppsättning var ett samarbete mellan TMH, KTH; NADA, KTH; Octaga, Norge; och Musikhögskolan i Stockholm. Flera olika förbättringar genomfördes. Friberg utvecklade en ny algoritm för att känna igen känslouttryck i gester, se nedan. Marie-Louise Rinman, CID, utformade i samarbete med Octaga en representation av spellagen i form av fiskstim som varierade i storlek beroende på lagets aktivitet. Octaga förbättrade även kommunikationen mellan de olika datormodulerna genom att implementera kommunikationsprotokollet OSC (Open Sound Control). Kompositionseleverna Anders Gross och Mattias Sköld vid Musikhögskolan utvecklade ny interaktiv musik, och rytmikelever vid Musikhögskolan utformade en kombination av dansföreställning och spelomgång som de presenterade under festivalen. Under tre dagar testades spelet av ca 500 deltagare, gamla och unga, som engagerade sig i de något ovanliga uppgifterna, som att uttrycka känslor med kroppen. Spelkonceptet ger ett tydligt mål för deltagarna, och visade sig därigenom vara effektivt för att engagera besökarna, vilka annars knappast hade ställt sig upp hoppandes och viftandes för att försöka uttrycka glädje. Spelet var flitigt representerat i media och visades bl a i programmet Kontroll i SVT under hösten.

## Automatisk igenkänning av känslouttryck i musik och rörelse

Spelarinteraktionen i Ghost in the Cave bygger på icke-verbal kommunikation i form av sång eller rörelse. Att uttrycka glädje, sorg eller ilska med kroppen eller rösten är en av huvuduppgifterna i spelet. Friberg utvecklade tidigare algoritmen för att känna igen känslouttrycket i sång. Den bygger på att ljudsignalen först segmenteras i toner som sedan analyseras. För varje ton beräknas momentant tempo, ljudnivå och artikulation. Utifrån dessa tonparametrar skattas den uttryckta känslan på ett kvalitativt sätt med hjälp av sk fuzzy logik. Algoritmen kalibreras automatiskt genom att man sjunger ett visst antal toner.

För årets version av spelet utvecklade Friberg en ny version av algoritmen som känner igen känslouttryck i rörelse. Rörelsealgoritmen följer samma princip som sångalgoritmen men använder sig av signalen från en videokamera. Nuvarande version bygger på skillnadssignalen mellan konsekutiva videobilder. Det innebär att algoritmen bara ”ser” någonting när det sker en rörelse i bilden. Det har stora praktiska fördelar eftersom man inte behöver ta hänsyn till spelarens bakgrund i videokameran eller ljussättningen. Utifrån denna skillnadssignal extraheras ett antal grundläggande rörelseparametrar så som hur mycket rörelse som finns totalt och storleken på rörelsen i sidled och höjddled. Dessa parametrar analyseras med samma moduler som röstalgoritmen för automatisk kalibrering och för att kvalitativt bestämma känslouttrycket.

## Expressiball

En annan tillämpning på modulen för att känna igen känslor i musik ovan är ”Expressiball” utvecklad av Bresin (se omslagsbilden). Idén är att modulens analysdata

visualiseras i form av en boll på en datorskärm som förändras beroende på tonparametrar och analyserad känsla, se figuren nedan. Tempo och ljudnivå styr bollens position på skärmen, artikulationen styr formen (staccato-kantig, legato-rund), attackhastigheten styr storleken och känslouttrycket styr färgen (arg-mörkblå, glad-gul, arg-röd). Ett tillämpningsområde för ”bollen” är i musikundervisningen, där eleven kunde få direkt visuell feedback om vilken känsla som uttrycks i musiken. Det skulle följaktligen vara ett hjälpmedel för att öva elevens expressiva färdigheter, ett område som enligt flera undersökningar är kraftigt eftersatt i musikundervisningen.

## **CUEX - Automatisk tonanalys från audio**

Algoritmen CUEX för att extrahera tonparametrar från audioinspelningar har utvecklats vidare av Friberg och Schoonderwaldt. Den gör i princip samma sak som motsvarande modul för att analysera känslouttryck i musik ovan men är mer inriktad på icke-realtidstillämpningar med större precision. CUEX analyserar monofona inspelningar och gör i första steget en segmentering i toner utgående från ljudnivåkurvor och tonhöjd. För varje enskild ton beräknas tempo, ljudnivå, artikulation (staccato/legato), spektruminneåll, attackhastighet, vibratohastighet och vibratofrekvens. CUEX är en del av programmet Feel-ME som har utvecklats av Schoonderwaldt inom ramen för projektet Feel-ME, lett av Patrik Juslin, Uppsala. Feel-ME programmet är ett pedagogiskt hjälpmedel för att utveckla musikelevens förmåga att uttrycka olika känslor. Programmet analyserar elevens utförande och ger specifik feedback hur man kan förändra t ex tempot så att en given känsla kommuniceras bättre. Utvärderingar bekräftar att Feel-ME gör att eleven fortare utvecklar denna kommunikation jämfört med traditionell lärarundervisning.

## **pDM - interpretationsreglerna i realtid**

Under en månads vistelse i Media Engineering Group vid University of York utvecklade Friberg en realtidsversion av regelsystemet för musikalisk interpretation. Det av oss tidigare utvecklade regelsystemet innehåller en rad regler för att få ett partitur att spelas på ett musikaliskt övertygande sätt. Det har länge varit ett önskemål att kunna styra det musikaliska utförandet under tiden som det pågår. Implementationen av regelsystemet i programmet Director Musices har dock inte varit konstruerat för realtidskontroll. För att undvika att åter implementera alla reglerna i en ny programmeringsmiljö så använder vi en tvåstegsprocess: Först analyseras musikstycket i Director Musices och alla regler tillämpas. De resulterande avvikelserna från varje enskild regel lagras tillsammans med partituret i ett nytt musikformat. I steg två läses detta musikformat av en realtidsspelare, kallad pDM, och regelavvikelserna appliceras dynamiskt när musiken spelas upp. Denna till synes ”lilla” förbättring har möjliggjort en rad nya tillämpningar som vi har börjat experimentera med. Ett användningsområde är vad vi kallar ”home conducting”. Det innebär att lyssnaren inte är begränsad till att passivt åtnjuta en inspelning, utan kan aktivt vara med och styra styckets framförande, t ex med hjälp av gester. Gesterna kan analyseras med avseende på känslouttryck på samma sätt som i algoritmerna utvecklade för Ghost in the Cave (se ovan). Det skulle innebära att den stora skiljelinjen mellan

musiker och lyssnare kan luckras upp och att även lyssnare utan tidigare musikalisk erfarenhet kan kontrollera musiken på ett meningsfullt sätt. (STINT)

---

# Projekt

**The Science and Technology of Music** heter vårt projekt för akademiskt utbyte med University of York i Storbritannien, Dept of Electronics, Media Engineering Group, som leds av professor David Howard. Under 2004 utfördes inte mindre än tolv aktiviteter: lärarutbyten, gästforskare, utbytesdoktorander med mera. (STINT Institutional Grant 2002-2049)

## **A GNU/Linux Audio distribution – AGNULA**

<http://www.agnula.org>

Team: Roberto Bresin, Kjetil Falkenberg-Hansen

AGNULA är en lätt installerbar och användarvänlig GNU/Linux-distribution, som samlar de bästa programvarorna för bearbetning av ljud och MIDI-data. AGNULA är helt baserad på fria programvaror. En av gruppens viktigaste uppgifter i AGNULA-projektet var att anpassa programmet Director Musices till GNU/Linux och att fritt distribuera det. Den så kallade ”portningen” blev klar mars 2004 när projektet också slutade. Director Musices fungerade redan under både Windows och MacOS. GNU/Linux-versionen av Director Musices har visat sig vara mycket snabbare än Windows-versionen. Processning av en musikfil som tar 3½ minut under Windows tar bara 15 sekunder under GNU/Linux. Musikakustikgruppen har bidragit med Skipproof, ett DJ-scratching verktyg utvecklat av Falkenberg Hansen. Det EU-finansierade AGNULA projektet avslutades mars 2004. Projektet fortsätter dock med TMH, IRCAM, RedHat, och Media Innovation Unit, och nya versioner av AGNULA finns att ladda ner. Själva datorservern finns på TMH, speglad hos IRCAM (Paris) och CCRMA (Stanford).

Vi hade besök av PRAO-eleven *Karl Hedbom* i två veckor i oktober. I huvudsak jobbade han med AGNULA och skrev flera bra användarguider till ljudprogrammen som finns i DeMuDi. Dessa guider är tänkta att ingå i en uppslagsbok för DeMuDi Linux-datorer för studenter på TMH.

Director Musices: <http://www.speech.kth.se/music/performance/download/>

## **Appell: Medverka i COST 287 ConGAS Network!**

Roberto Bresin och Sofia Dahl är Sveriges delegater i aktionen ConGAS, som pågår till mars 2007. Aktionens syfte är att samla och definiera den kunskap som redan finns kring gestisk digital kontroll av ljud och musikprocessning; för att på så sätt främja utvecklingen inom området. Bresin och Dahl sammanfattar aktionen i följande punkter:

1. Att etablera länkar till angränsande forskningsområden.
2. Att förbättra kunskapen om förhållandet mellan gester och ljud.
3. Att skapa ny gest-processning av ljud.
4. Att kartlägga och utnyttja distribuerade interaktiva multimediateknologier.
5. Att samordna de främsta satsningarna på europeisk nivå i området.
6. Att främja utveckling och tillämpningar av nya teknologier.

För närvarande deltar 15 länder i aktionen, inte enbart EU-medlemmar. Varje land representeras av två delegater som ska samla kunskap om de aktiviteter som pågår inom området för gestisk kontroll, och förmedla denna kunskap mellan länderna. Som delegater för Sverige vill Bresin och Dahl därför nu ta reda på vilka forskningsaktiviteter som pågår i Sverige och ser fram emot att bli kontaktade av intresserade forskare som:

- aktivt håller på med gestik och gestisk kontroll i ljudsammanhang
- har intresse av kontakt och samarbete med dem som är aktiva inom dessa områden
- vill ta del av och delta i de aktiviteter som pågår runt om i Sverige och Europa

Eftersom syftet med aktionen är att samla och sprida kunskap, planeras en bok som sammanfattar området gestisk ljudkontroll som det ser ut idag. Aktionen kan också erbjuda stipendier för kortare forskningsvistelser till andra (medverkande) länder och stöd för att anordna symposier eller workshops.

Bresin och Dahl vill därför gärna veta hur stort intresset är för att delta vid ett symposium (förmodligen i Stockholm), på temat ljud och gestisk kontroll. Förslagsvis kunde ett sådant handla om t ex dataspelkonceptet i ett vidare sammanhang, med tillämpningar såsom: terapeutiska, människa-maskin-interaktion, lärande och didaktiska, konstnärligt gestaltande eller industriella. Alla förslag välkomnas!

Den 1-2 december hölls ett produktivt och välordnat möte på universitetet i Oslo. Det resulterade i en detaljplan för tre böcker om forskningsområdet Gestik – Ljudkontroll:

- Första boken kommer att ta upp fundamentala frågor kring gestik och ljud såsom vad som kan sägas definiera "en gest", samt aspekter på perception och kontroll i ljudsammanhang
- Andra boken kommer att vara mer inriktad på de olika plattformar, mättekniker och metoder som finns och används.
- Tredje boken kommer att handla om olika tekniker och tillämpningar för gestisk kontroll.

Mer information kan fås på: <http://www.cost287-congas.org/>,  
[http://cost.cordis.lu/src/action\\_detail.cfm?action=287](http://cost.cordis.lu/src/action_detail.cfm?action=287),  
eller kontakta:

Roberto Bresin tel: 08-790 7876, [Roberto.Bresin@speech.kth.se](mailto:Roberto.Bresin@speech.kth.se)  
Sofia Dahl tel: 08-790 7597, [Sofia.Dahl@speech.kth.se](mailto:Sofia.Dahl@speech.kth.se)

### **Sound to Sense – Sense to Sound (S2S<sup>2</sup>), FET-Open Coordinating Action**

<http://www.s2s2.org>

team: Roberto Bresin, Kjetil Falkenberg Hansen, Anders Friberg

Idag finns det ett otal metoder som kan användas för att generera och analysera ljud och musik. Det finns forskning inom vitt skilda vetenskaper som musikvetenskap, psykologi, signalprocessning och informationsbehandling. Syftet med S2s2 är att koordinera och föra samman forskning relaterat till ljud och musik inom olika discipliner och även

formulera framtidens forskningsscenarier inom detta snabbt växande område. Planerade aktiviteter är bl a en forskarskola i Genève, sommaren 2005, speciella sessioner vid ett flertal konferenser, samt en sammanställning av resultat i form av en bok och en webportal.

## Gästforskare

*Jan Švec*, namnkunnig röstforskare från Tjeckien, gästforskade här under april-juni och bidrog till flera pågående projekt. Särskilt studerade han sopraners stämband tillsammans med Johan Sundberg. Hans vistelse stöddes av Wenner-Gren Stiftelserna.

*Alastair Disley* från University of York tillbringade maj och juni hos oss, och arbetade med en artikel om kategorisering och perception av ljud från orgelpipor. Han presenterade den också vid B-NAM 2004 på Åland.

*Mark Beeson*, även han från University of York, arbetade här i sex veckor med sitt stora program RoomWeaver för rumsakustisk simulering medelst digitala vågledarnät (eng. "digital waveguide mesh techniques"). Programmet påminner om det välkända danska ODEON, som simulerar rumsakustik med strålgångsberäkningar. RoomWeaver är bra på låga frekvenser och ODEON är bra på höga. En omarbetad variant för simulering av människans ansatsrör finns på idéstadiet.

*Bruno Giordano*, Dipartimento di Psicologia, Università di Padova, Italien, var Marie Curie-stipendiat hos oss under hösten 2003, och han fortsätter att gästforska till och från. Hans forskningsområde är ljudperception, särskilt identifiering av de fysikaliska parametrar som lyssnare använder för att känna igen materialet, när de hör föremål som utsätts för slag. Han har arbetat inom projektet S2S<sup>2</sup>, se ovan.

---

# Utbildning

## Forskarutbildning

Utöver våra egna doktorander (Dahl, Falkenberg Hansen, Schoonderwaldt, Björkner), har vi haft några utländska gästdoktorander på längre besök.

*Barbara Pastuszek-Lipinska*, Polen, fem månader, Marie Curie fellow. För att undersöka huruvida musikutbildning påverkar inlärning av ett andra språk, gjorde Barbara två experiment, med analys av intonationskurvor och ett lyssnartest med infödda engelskspråkiga lyssnare.Handledare var Peta Sjölander.

*Harald Jers* från RWTH i Aachen, Tyskland, sex månader, Marie Curie fellow, handledare Sten Ternström. Se redogörelsen under Röstforskning.

*Rachel van Besouw*, University of York, Storbritannien, fyra månader, handledare Sten Ternström. (STINT) Se redogörelsen under Röstforskning.

*Tarmo Pajusaar*, Riga, har handletts på distans av Erik Jansson.

Liksom många andra institutioner vid KTH får vi nästan varje vecka förfrågningar från svenska och utländska studenter som vill doktorera här. Hur begåvade de än är, måste vi ständigt avböja, med hänvisning till bristen på finansiering. Doktorander måste ju betalas med externa anslag, som nu är svårare att få än någonsin. Därför är det särskilt glädjande att meddela att *Anick Lamarche*, sopran från Montreal i Kanada, har antagits till forskarstudierande i musikakustik, och påbörjat sina studier i januari 2005. Hon är helfinansierad av ett stipendium från *Fondation Alma et Baxter Ricard*, och ska studera röstproblem hos skolade sångare. Handledare är Sten Ternström, med dr Maria Södersten vid KI som medhandledare.

## Grundutbildning

Svante Granqvist efterträdde vid halvårsskiftet Sten Ternström som studierektor för grundutbildningen på TMH. Hela TMH ger ett tiotal kurser, vilket jämfört med andra institutioner är litet, men antalet kurser har ökat under Sten Ternströms tid som studierektor, och förutspås öka ytterligare de närmaste åren. Svante Granqvist tog också över kursen i Elektroakustik efter Anders Askenfelt.

I de flesta kurser ingår projekt och laborationer, som alla i gruppen hjälps åt att handleda och bemanna. Audioteknikkursen behöver dock åtta assistenter, så de flesta rekryteras utifrån. Kursadministrationen kommer under 2005 att inlemmas med den nya skolans organisation.

Kurserna i såväl Audioteknik som Musikalisk kommunikation har haft fortsatt glädje av de utmärkta gästföreläsarna från University of York, *Damian Murphy* och *Andy Hunt*, som även under 2004 kunde flygas hit med stöd av STINT.



Kurserna som den musikakustiska gruppen ansvarar för är:

2F1212 **Musikakustik**, kursansvarig Erik Jansson. Kursen ger en introduktion till fysiken bakom de traditionella musikinstrumentens funktion. (4 p) Valfri för teknologer i fjärde årskursen på E, F, T och M. 15 deltagare år 2004.

2F1213 **Musikalisk kommunikation och musikteknologi**, kursansvarig Anders Friberg. En tvärvetenskaplig översikt av musikalisk kommunikation där forskningsresultat från musikpsykologi kombineras med aktuell musikteknologi. (5 p) Valfri för teknologer i fjärde årskursen på E, F, T och M; ingår i Medieteknikprogrammets specialiseringsblock Ljud. 30 deltagare.

2F1400 **Elektroakustik**, kursansvarig Svante Granqvist. Här behandlas grundläggande akustik och omvandlarna mellan elektriskt och akustiskt (dvs högtalare och mikrofoner). (4 p) Valfri för teknologer i fjärde årskursen på E, F, T och M. 45 deltagare.

2F1410 **Audioteknik**, kursansvarig Sten Ternström. Här behandlas tekniken bakom ljudsystem för professionell audio. (5 p) Valfri för teknologer i fjärde årskursen på E, F, T och M; ingår i Medieteknikprogrammets specialiseringsblock Ljud. 31 deltagare.

2D1574 **Medieteknik grundkurs** ges på civilingenjörsprogrammet i Medieteknik (12 p). Sten Ternström ansvarar för och undervisar det avsnitt som behandlar ljud (4 p). Obligatorisk för Media 2, 65 deltagare.

Mer information finns på <http://www.speech.kth.se/courses>.

## Examensarbeten

*Madeleine Svensson*: Automatic Segmentation and Classification of Articulation in Monophonic Music.Handledare: Anders Askenfelt.

*Christian Herbst*, Mozarteum, Salzburg: Evaluation of Various Methods to Calculate the EGG Contact Quotient. Handledare: Sten Ternström. (ERASMUS)

*Marcos Alonso Ruiz*: Audiovisual Institute, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona. Rule-based Expressive Rendering of Singing Voice Synthesis. Handledare: Roberto Bresin. (ERASMUS)

*Michael Klimczak*: Preferences in Spectrum Slope Among Musicians. Handledare: Sten Ternström.

*Gustaf Kalin*: Formant Frequency Adjustment in Barbershop Quartet Singing. Handledare: Johan Sundberg.

## Externa kurser

Kursen 2F4300 "Röstlära för musiklärare och körledare" gavs som fort- och vidareutbildning under hösten 2004. Den organiserades av Peta Sjölander, kursansvarig var Johan Sundberg, och i undervisningen medverkade ett antal framstående gästföreläsare: *Anita McAllister*, *Stellan Hertegård*, *Maria Södersten*, samt från England *Graham Welch* och *David Howard*. Femton studenter deltog i kursen, som blev mycket uppskattad.

Under åren har mycket information om musikinstrument som violin, gitarr och piano insamlats. Informationen har förmedlats för att göra praktisk nytta genom att undervisa blivande byggare och instrumenttekniker. Den allmänna tillgången till datorer, programvara och Internet har gjort laborationer utanför laboratoriet möjliga och har utnyttjats i denna undervisning.

Erik Jansson gav en 20-timmarskurs vid pianoteknikerutbildningen (10 elever) under en vecka i Leksand, Högskolan Dalarna. Som kursmaterial användes tillämpliga delar ur Janssons kompendium och Five lectures on the Acoustics of the Piano redigerade av Askenfelt. I en laboration med programvaran Wavesurfer uppmättes resonansfrekvenser på en obesträngad och en besträngad flygel. Genom att skapa chladnimönster med korkspån (korkar tiggda från pensionatet Korstället) med hjälp av en kraftig förstärkare (300 W) och en kraftfull högtalare (subwoofer) kunde de tre lägsta resonanserna (egenmoderna) uppmätas i två obesträngade flyglar och ett obesträngt piano. Den senare laborationen gjorde stor lycka.

Vidare gav Jansson en 20-timmars kurs vid Carl Malmstens centrum för Träteknik och Design, Linköpings universitet, med tillämpliga delar ur kompendiet Akustik för violin- och gitarrbyggare som kursmaterial. Kursen fick karaktären av privatundervisning med två elever. En laboration gjordes på resonanser i egenhändigt byggda instrument med teknologen Magnus Nilsson som laborationsassistent och ett projektarbete med mätning av träets styvhet (olika på längden och tvären). Projektarbetet visade att dynamisk mätning fungerar väl, medan statisk mätning med viktbelastning fungerade mindre väl.

Open University i England beställde en nätburen kurs i sångröstens funktion av Johan Sundberg. Kursen blev färdig under hösten och innehåller som ett dominerande inslag övningar där man i realtid iakttar sin röst med hjälp av gratisprogrammet Wavesurfer, utvecklat inom vår institution (<http://www.speech.kth.se/wavesurfer/>).

Johan Sundberg undervisade elever i logonom- och sångpedagogklasserna vid SMI i röstfunktion.

---

## Publikationer och insända manuskript

- Björkner E, Sundberg J, Cleveland T, Stone E (2004). Voice source differences between registers in female musical theatre singers, accepted for publication in *Journal of Voice*.
- Björkner E, Sundberg J, Cleveland T, Stone E (2004). Voice source characteristics in different registers in classically trained female musical theatre singers, *ICA 2004 Kyoto, Japan*, 4-9 April.
- Björkner E, Sundberg J, Cleveland T, Stone E (2004). Voice source register differences in female musical theatre singers. In *Proceedings of Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2004* (B-NAM 2004), Mariehamn, Åland, June 8-10. CD-ROM Proceedings.
- Bresin R (2004). Real-time Visualization of Musical Expression, in *Proceedings of Network of Excellence HUMAINE Workshop "From Signals to Signs of Emotion and Vice Versa"*, Santorini, Greece, Institute of Communication and Computer Systems, National Technical University of Athens, 19-23.
- Camurri A, de Poli G, Friberg A, Leman L, Volpe G (in press). The MEGA project: analysis and synthesis of multisensory expressive gesture in performing art applications. *Journal of New Music Research*.
- Dahl S (in press). Movements and analysis of drumming. In Altenmüller E, Kesselring J, Wiesendanger M (eds.) *Music, Motor Control and the Brain*. To be published by Oxford University Press.
- Dahl S, Friberg A (2004). Expressiveness of a musician's body movements in performances on marimba, in Camurri, A. and Volpe, G. (Eds.) *Gesture-based Communication in Human-Computer Interaction*, Lecture Notes in Artificial Intelligence Vol. 2915, 479-486, Berlin: Springer Verlag.
- Dahl S, Friberg A (2004). Expressiveness of a marimba player's body movements. *Speech, Music and Hearing, Quarterly Progress and Status Report, KTH*, Stockholm, Vol. 45, 75-86.
- Dahl S (2004). Playing the accent - comparing striking velocity and timing in an ostinato rhythm performed by four drummers. *Acta Acustica united with Acustica* Vol. 90(4), 762-776.
- Durup F, Jansson EV (in press). The Quest of the Violin Bridge-Hill, *Acta Acustica united with Acustica*.
- Friberg A, Schoonderwaldt E, Juslin PN (forthcoming). CUEX: An algorithm for extracting expressive tone variables from audio recordings. Accepted at *Acta Acustica united with Acustica*.

- Galembo A, Askenfelt A, Cuddy LL, Russo F (2004). Perceptual relevance of inharmonicity and spectral envelope in the piano bass range. *Acta Acustica united with Acustica* Vol. 90, 528-536.
- Goebl W, Bresin R, Galembo A (2004). Once again: The perception of piano touch and tone. Can touch audibly change piano sound independently of intensity? *International Symposium on Musical Acoustics (ISMA'04)*, Nara, Japan, Acoustical Society of Japan, CD-ROM
- Hansen KF, Bresin R (2004). Analysis of a Genuine Scratch Performance. In A Camurri and G Volpe (Eds.) *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction*, LNAI 2915, 519-528, Berlin: Springer Verlag.
- Hiraga R, Bresin R, Hirata K, Katayose H (2004). Rencon 2004: Turing Test for Musical Expression, in *Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2004)*, 120-123, Hamamatsu, Japan, Shizuoka University of Art and Culture.
- Jansson EV (2004). Violin frequency response – bridge mobility and bridge feet distance, *Applied Acoustics* 65, 1197-1205.
- Jers H, Ternström S. Intonation analysis of a multi-channel choir recording. *Proc Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2004 (B-NAM 2004)*, Mariehamn, Åland, June 8-10. CD-ROM Proceedings.
- Juslin PN, Karlsson J, Lindström E, Friberg A, Schoonderwaldt E. Play it again with feeling: Feedback-learning of musical expressivity. Manuscript submitted for publication.
- Juslin PN, Friberg A, Schoonderwaldt E, Karlsson J (2004). Feedback learning of musical expressivity. In A Williamon (Ed.), *Enhancing musical performance: A resource for performers, teachers, and researchers*. (pp. 247-270), New York: Oxford University Press.
- Laukka P, Juslin PN, Bresin R (in press). A dimensional approach to vocal expression of emotion, *Cognition and Emotion*.
- Laukkanen A-M, Björkner E, Sundberg J (2004). Throaty Voice Quality: subglottal pressure, voice source, and formant characteristics, accepted for publication in *Journal of Voice*.
- Lindström E, Camurri A, Friberg A, Volpe G, Rinman M-L (in press). Affect, attitude and evaluation of multi-sensory performances. *Journal of New Music Research*.
- Mürbe D, Lindner P, Zöllner S, Welsch H, Kuhlisch E, Hüttenbrink K-B, Sundberg J (2004). Change of voice characteristics during +3Gz acceleration, accepted for publication in *Aviation, Space and Environmental Medicine*.
- Mürbe D, Pabst F, Hofmann G, Sundberg J (2004). Effects of a professional solo singer education on auditory and kinesthetic feedback – A longitudinal study of singers' pitch control, *J Voice* 18, 236-241.

- Nienkerke-Springer A, McAllister A, Sundberg J (2005): Effects of Family Therapy on Children's Voices. *J Voice* 19(1), 103-113.
- Nordenberg M, Sundberg J (2004). Effect on LTAS on vocal loudness variation. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 29, 183-191.
- Rinman M-L, Friberg A, Bendiksen B, Cirotteau D, Dahl S, Kjellmo I, Mazzarino B, Camurri A (2004). Ghost in the Cave - an interactive collaborative game using non-verbal communication. In A Camurri, G Volpe (Eds.), *Gesture-based Communication in Human-Computer Interaction, LNAI 2915*, 549–556, Berlin: Springer Verlag.
- Rocchesso D, Avanzini F, Rath M, Bresin R, Serafin S (2004). Contact Sounds for Continuous Feedback, in A Hunt and T Hermann (Eds.) *Proceedings of International Workshop on Interactive Sonification (Human Interaction with Auditory Displays)*, Bielefeld University, Germany, CD-ROM
- Sand S, Sundberg J (2004). Reliability of the term “Support”, submitted for publication
- Schoonderwaldt E, Bresin R (in press). R Timmers, “Freedom and Constraints in Timing and Ornamentation: Investigations of Music Performance”, Book review in *Psychology of Music*
- Schoonderwaldt E, Hansen K, Askenfelt A (2004). IMUTUS - an interactive system for learning to play a musical instrument. In M Auer, & U Auer, (Eds.), *Proc Int'l Conf of Interactive Computer Aided Learning (ICL, 2004, September 29 - October 1)*, Villach, Austria, Carinthia Tech Institute.
- Sjölander P, Sundberg J (2004). Spectrum effects of subglottal pressure variation in professional baritone singers. *J Acoust Soc Am*, 115(3), 1270-1273.
- Södersten M, Ternström S, Bohman M (2004). Loud speech in realistic environmental noise: phonetogram data, perceptual voice quality, subjective ratings and gender differences in healthy speakers. *J Voice* 19 (1), 29-46, March 2005.
- Sundberg J (2004). Musicians' performance prosody, In *Proceedings of Reading symposium Music, Language and Human Evolution*, Sept 28 – Oct 1.
- Sundberg J. (2004). The nasal tract as a resonator in singing, Some experimental findings. In *Proceedings of the 2nd International Physiology and Acoustics of Singing Conference*, Denver CO, finns på <http://www.ncvs.org/pas/2004/>.
- Sundberg J, Fahlstedt E, Morell A (2005). Effects on the glottal voice source of subglottal pressure variation in untrained female and male voices. Accepted for publicering i *J Acoust Soc Am*.
- Sundberg J, Thalén M, Alku P, Vilkmán E (2004). Estimating perceived phonatory pressedness in singing from flow glottograms, *Journal of Voice* 18, 56-62
- Ternström S, Bohman M, Södersten M. Some spectral attributes of loud speech over noise, with gender differences. Submitted to *J Acoust Soc Am*.

Ternström S, Davis P, Cabrera D. Self-to-other ratios measured in an opera chorus in performance. Submitted to *J Acoust Soc Am*.

Ternström S, Södersten M, Bohman M (2004). Bringing workplace noise into the speech clinic - some results and perspectives. *30th anniversary festive seminar for Speech Communication and Voice Research at Tampere University*, November.

Zangger Borch D, Sundberg J, Lindestad P-Å, Thalén M (2004). Vocal fold vibration and voice source aperiodicity in 'dist' tones: a study of a timbral ornament in rock singing, *Logopedics Phoniatrics Vocology* 29, 147-153.

---

## Konferenser och föredrag

8 jan: International Workshop on Interactive Sonification (Human Interaction with Auditory Displays), Bielefeld University, Tyskland, <http://www.interactive-sonification.org/> . Roberto Bresin, föredrag.

22 mars: Sibelius-Akademien, Helsingfors, seminarium "How useful is technology for musicians?" Johan Sundberg: *Potentials of acoustic analysis for education of the singing voice*, keynote-föredrag.

27 mars: Röstfrämjandets årsmöte, Stockholm.

Daniel Zangger-Borch, Johan Sundberg: *Studier av rösten i popsång, "distad" fonation och annat*.

Peta Sjölander: *Child voice research and the BUG project*.

4-9 april: International Congress on Acoustics (ICA), Kyoto, Japan

Eva Björkner, Johan Sundberg, Tom Cleveland and Ed Stone: *Voice Source Characteristics in Different Registers in Classically Trained Female Musical Theatre Singers*.

6-7 maj: KVIT (Kognitionsvetenskap och InformationsTeknologi) Linköpings Universitet. Johan Sundberg: *Computers as musicians*.

24-28 maj: 75th Anniversary Meeting of the Acoustical Society of America, New York NY. Johan Sundberg mottog ASA:s Silver Medal in Musical Acoustics.

Johan Sundberg & Svante Granqvist: *Why does humming clean your maxillary sinuses from NO-gas?*

Sten Ternström & Pamela Davis: *Measurements of the self-to-other ratio in an opera chorus in performance*.

2-6 juni: 33<sup>rd</sup> Annual Symposium Care of the Professional Voice, Philadelphia:

Peta Sjölander: (poster) *Perceptual relevance of the 5 kHz spectral region to gender identification in children's singing voices*.

Johan Sundberg: *Effects of vocal loudness variation on voice source*, föredrag.

Johan Sundberg & Julia Bauer: *When does the syllable start in singing? A study of voice – accompaniment synchronization in performance*, föredrag.

- Christy Ludlow, Ronald Scherer, Johan Sundberg, Sten Ternström: *Voice production tutorials session.*
- 6 juni: Cornelia Street Café Specials, New York,  
Johan Sundberg: *Scientific Cabaret.*
- 8-10 juni: Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2004 (B-NAM 2004), Mariehamn, Åland.  
Eva Björkner, Johan Sundberg, Tom Cleveland and R Stone: *Voice source register differences in female musical theatre singers.*
- 12 juni: Wiener gesangswissenschaftliche Tagung Die Sänger-„Stütze“: Hilfe oder Hirngespinnst? Johan Sundberg: *Stütze – eine Frage des subglottischen Druckes?*
- 29 juli: Seminarium på University of York, Department of Electronics. Roberto Roberto Bresin: *Controlling the virtual bodbran – The vodbran. Real-time Visualization of Musical Expression*
- 7-8 aug: VI Internationales Voice-Symposium „Stimme Interdisziplinär“, Austrian Voice Institute, Salzburg 6-8 augusti,  
Ingo Titze, Johan Sundberg: *Stimmphysiologisches Kabaret*
- 25 aug: EuroScience Open Forum, Session: Expressive musicians and affective computers.  
Roberto Bresin, Anders Friberg: *Modelling Musical Communication. Analysis and synthesis of music performance.*  
Kjetil Falkenberg Hansen: *Disk-jockey scratching: from analysis to modelling*
- 27-28 aug: British Voice Association and the Royal Academy of Music: Symposium on Pop Rock Voice and Noise, London,  
Johan Sundberg & Daniel Zangger Borch: *Scientific and pedagogical perspectives on Rock, Pop, and Soul singing*, inbjudet föredrag.
- 30 aug: DSV, Stockholms universitet  
Roberto Bresin: *The science of music performance. Emotion in music performance*
- 9-10 sept: The 4<sup>th</sup> Jussi Björling Congress, International Jussi Björling Society Stockholm & Borlänge. Johan Sundberg: *Jussi Björling's voice from acoustical points of view.*
- 17 sept: Demonstrationer av scratching och pDM på KomTeks öppningsdag i Laxå.  
Kjetil Falkenberg Hansen
- 19-21 sept: Network of Excellence HUMAINE Workshop “From Signals to Signs of Emotion and Vice Versa”, Santorini, Grekland. Roberto Bresin.
- 27-28 sept: Hands-on-course: Physiologie und Akustik der Singstimme, Hochschule für Musik Carl Maria von Weber, Dresden,  
Johan Sundberg: *Analyse und Synthese der Profistimme – ein Blick in die Zukunft*, föreläsning och laborationer.
- 28-30 sept: Music Language and Human Evolution Conference, Univ. of Reading.  
Johan Sundberg: *Musicians' performance prosody.*

- 29 sept–1 okt: International Conference of Interactive Computer Aided Learning (ICL), Villach, Österrike.  
Erwin Schoonderwaldt, Kjetil Falkenberg Hansen, Anders Askenfelt: *IMUTUS - an interactive system for learning to play a musical instrument.*
- 6-7 okt: University of Kansas at Lawrence, Dept of Music Education & Music Therapy: två föredrag av Sten Ternström: *How to invent a musical instrument* och *What can acoustics do for the choral musician?*
- 7-9 okt: Physiology and Acoustics of Singing Conference, PAS2, National Center for Voice and Speech, Denver, Colorado, USA. På <http://www.ncvs.org/pas/2004/> finns video, audio och bildspel från hela konferensen!  
Johan Sundberg: *The nasal tract as a resonator in singing – Some experimental findings*, inbjudet föredrag.  
Sten Ternström och David Howard: *Synthesizing singing: What's the buzz?* Inbjudet föredrag.
- 10-15 okt: International Conference on Music Information Retrieval - ISMIR, Barcelona, Spanien. Roberto Bresin, Sofia Dahl.
- 27 okt: Docentföreläsning, KTH TMH.  
Anders Friberg: *Modelling Musical Communication: The Listener, The Musician and New Combinations.*
- 21-23 okt: 2004 UCSF Voice Conference, San Fransisco:  
Johan Sundberg: *Vocal tract resonance*, inbjudet föredrag.  
Johan Sundberg: *Airflow measurements in different styles of voice production*, inbjudet föredrag.
- 28-30 okt: Music & Music Science, KTH-KMH-symposium, Kungl Musikhögskolan, Stockholm:  
Johan Sundberg: *Musician's performance prosody.*  
Anders Friberg: *Tools for interactive expressive control of music performance.*
- 4-5 nov: Festive Seminar of the Department of Speech Communication and Voice Research at the University of Tampere och Svensk-finskt röstforskarsymposium, Johan Sundberg: *The voice as a musical instrument*, keynote-föredrag  
Johan Sundberg & Maria Nordenberg: *Effect on LTAS of vocal loudness variation.*  
Anne-Maria Laukkanen, Johan Sundberg, Eva Björkner: *Acoustic study of throaty voice quality.*  
Susanne Rosenberg, Johan Sundberg, Eva Björkner: *Attracting cows – What is the dB price in "kulning"?*  
Sten Ternström, Maria Södersten, Mikael Bohman. *Bringing workplace noise into the speech clinic - some results and perspectives.*
- 19 nov: "The Physics of the Violin", Skandinaviska Vibrationsföreningens årliga sammankomst. Anders Askenfelt, föredrag



29-30 nov: International Symposium Psychology and music education, Padua, Italien.

Roberto Bresin.

2 dec: ConGAS Working Group 1 Meeting

Sofia Dahl: Basic issues of gesture and musical sound: *Linking control of music expression to movement gesture*. Past and ongoing work at KTH, Speech, Music and Hearing.

---

## Övrig verksamhet

Askenfelt har nu avverkat åtta år som associate editor i musikakustik för *Acta Acustica united with Acustica*. Redaktörerna har i och med e-posten fått ett förhållandevis effektivt vapen i den klassiska kampen mot försenade granskare, vilka betraktar stopptider som 'bäst efter'-datum. Trots att hjulen snurrar allt fortare i den akademiska världen och lediga stunder hotar bli en bristvara måste det konstateras att systemet med att låta frivilliga, oarvoderade experter inom området granska inskickade manuskript till vetenskapliga tidskrifter (peer reviewing) fungerar relativt bra. Något vettigt alternativ till denna nagelfarning och kvalitetssäkring av forskningsresultat finns knappast heller.

Euro Science Open Forum (ESOF) är en allmän europeisk vetenskapskonferens avsedd att fungera som en motsvarighet till de amerikanska AAAS-konferenserna. ESOF 2004 anordnades i Stockholm och vi blev i hård konkurrens utvalda att anordna sessionen "Expressive musicians and affective computers: Understanding emotional communication in music performance". Friberg, Bresin, Falkenberg Hansen samt Patrik Juslin från Uppsala Universitet bidrog med var sitt föredrag. Vi visade även upp några prototyper och publiken fick tillfälla att t ex prova pDM (styra musikutförandet i realtid) och scratching-modeller.

TMH ställde i februari 2004 ut på High-End '04, en mäsas för hifi-intresserade på hotell Sheraton i Stockholm. Där visade vi upp TMH:s kursutbud och pratade om hur det är att gå på KTH. Vi visade också upp delar av laborationen i högtalarkonstruktion som ingår i elektroakustikkursen, något som väckte stort intresse. Utställningsrummet var mycket välbesökt; det verkar som om entusiasterna hungrar efter information kring audio som är mer neutral än den man får från tillverkarnas reklambroschyrer. Vi upprepar detta till 2005 års mäsas!

Laxå kommun öppnade den 17 september 2004 en skola för teknik byggd efter mönstret av den kommunala musikskolan. TMH var representerat genom Falkenberg Hansen, med ett rum fullt av (o)ljud, med både virtuell scratching med olika sensorer och RadioBatongen. Publiken fick även prova på pDM. Många barn och vuxna experimenterade och blandade en uttrycksfull "Ekorr'n satt i granen" med avancerade och nya scratchtekniker under en hel dag.

Friberg höll under året flera populärvetenskapliga föredrag för skolklasser på Tekniska Museet.

Johan Sundberg fick försöka leva sig in i vad den nya termen ”edutainment” kan tänkas innebära, i och med att han blev ombedd att uppträda som vetenskaplig kabaret-artist vid två tillfällen. Det första var på en restaurant i New York i juni. Kabareten anordnades av förre Nobelpristagaren Roald Hofman. Detta var första gången som Sundberg fann sig inkluderad bland läckerheterna på dagens meny på en krog. Den andra gången var i samspel med röstforskarkollegan Ingo Titze vid ett röstsymposium i Salzburg.

Johan Sundberg deltog under vårterminen i betygskommittén för två avhandlingar, den ena av Tanja Bänziger i psykologi vid Université de Genève, den andra av Sven Ahlbäck i musikvetenskap, vid Göteborgs Universitet, med disputation på Musikhögskolan i Stockholm.

### SMAC 03 har nu kommit i tryck

Askenfelt var Guest Editor för ett av årets nummer av *Acta Acustica united with Acustica* Vol. 90 (4), där 8 av de 22 inbjudna översiktsföredragen till Stockholm Music Acoustics Conference 2003 (SMAC 03) publicerades. Tio andra SMAC-översikter ingår i ett nummer av *Journal of New Music Research*, Vol. 33(3) som är under tryckning, även där med Askenfelt som Guest Editor. Sedan tidigare finns proceedings till hela SMAC 03 tillgängliga på institutionens hemsida, samt i bokform för den som vill läsa utan dator.

### Resor och projektmöten

26-28 jan: Sten Ternström var i York för att besöka David Howard, arbeta med sångsyntes, och ta del av Karin Carlssons exjobbspresentation.

6 feb: Sofia Dahl besökte gruppen för Drama, Dance and Performance Arts Research, vid School of Arts, Design, Media and Culture, University of Sunderland (Phil Ellis, Lieselotte van Leeuwen & Joan McElligott).

8-10 feb: Sofia Dahl, Roberto Bresin, Anders Friberg, Kjetil Falkenberg Hansen besökte Andy Hunt i York för STINT-planering. Studiebesök till Kia Ng, Leeds University.

18-19 mars: AGNULA-projektets ”final review” i Bryssel, Belgien, Roberto Bresin, Kjetil Falkenberg Hansen.

4 maj: Radioelever från Piteå Musikhögskola kom på studiebesök. Kjetil Falkenberg Hansen.

Juni-juli: Anders Friberg arbetade i York en månad, finansierad av STINT.

21 juni: DJ Brain, möte i Stockholm. Kjetil Falkenberg Hansen

27-30 juni: IMUTUS mid-term review meeting, i Luxemburg. Kjetil Falkenberg Hansen, Erwin Schoonderwaldt.

Juli-augusti: Roberto Bresin arbetade i York (UK) en månad, finansierad av STINT.

16-17 aug : DJ Brain, möte i Helsinki. Kjetil Falkenberg Hansen

5-7 sept: S2S<sup>2</sup> projekt kick-off möte i Florens, Italien, Roberto Bresin.

20-23 sept: IMUTUS arbetsmöte, Lyon. Kjetil Falkenberg Hansen, Erwin Schoonderwaldt.

22-28 sept: Erwin Schoonderwaldt besökte forskningsgruppen GRAME, Lyon, Frankrike.

6-10 okt: Anders Friberg besökte Gerald Bennett i Zurich för att hjälpa till med implementeringen av interpretationsreglerna i ett dirigeringsprogram.

12 okt: CONGAS Management Committee meeting, Pompeu Fabra University, Barcelona, Spanien, Roberto Bresin, Sofia Dahl.

26 okt: Sofia Dahl besökte Rosalind Picard på MIT Media Lab, Boston, USA.

1-2 dec: CONGAS WG1 möte, Oslo universitet, Oslo, Norge, Sofia Dahl.

Erwin Schoonderwaldt har avlagt tre besök vid Sibeliusakademin, Helsingfors, och där diskuterat tillämpningar av ny teknik och forskningsresultat i musikundervisning med sikte på ett eventuellt framtida samarbete.

---

## Musikakustik i media under 2004

I början av 2004 gjorde SVT:s Hjärnkontoret ett program om melodifestivalen och en del i detta var att mäta på rösten. Detta gjordes vid ett besök på TMH, där programledaren Henry Chu och två ungdomar fick prova på fonetogram och andra mätmetoder.

*Scratching* är fortfarande intressant för media; senast bjöds en lång radiointervju för Danmarks Radios "Harddisken", motsvarande SR:s Vetenskapsradion, med fokus på informationsteknik och datorer. Inslaget finns på nätet till DR, [www.dr.dk/harddisken/](http://www.dr.dk/harddisken/) i arkivet för 9e januari.

Musikermagasinet MM, nr 3, 2004: "Swing it, datorn!" En artikel om regler för musikutförande, i vilken Bresin och Friberg intervjuades.

Der Spiegel, 11 oktober: "Aber bitte mit Gefühl". I artikeln berättas entusiastiskt om Bresin, Friberg och Sundbergs teknologi för skapande av emotionella ringsignaler.

<http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,321758,00.html>

<http://www.manager-magazin.de/life/technik/0,2828,322773,00.html>

BBC Radio 4, Leading Edge, augusti: Friberg intervjuades angående känslouttryck i musik, och lyssnarna fick höra datorn och pDM-programmet (se ovan) spela samma stycke med varierande känslouttryck.

<http://www.bbc.co.uk/radio4/science/leadingedge.shtml>

---

## Kommande under 2005

Större evenemang där den musikakustiska forskningsgruppen medverkar:

17-18 feb: A STINT on Voice Research, röst-workshop i York.

April: Jean-Philippe Rameau's *Fedra* ges på Folkoperan, med bl a interaktiv teknik från KTH Medieteknik och från oss.

5-8 maj: The Neurosciences and Music II, From Perception to Performance, Leipzig, Tyskland.

18-20 maj: The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation, Vannes, Frankrike.

31 aug-3 sept: Pan-European Voice Conference, PEVOC 6 i London

5-9 sep: International Computer Music Conference, Barcelona, Spanien.