

Notat om
Akustisk laboratorium,
Musikvidenskabeligt Institut
Aarhus Universitet

Historie.

I løbet af 70'erne opbyggede Finn Egeland Hansen musikinstituttets elektronmusikstudie, som efterhånden blev udbygget til et komplet såkaldt 1. generations studie. Apparaturet bestod af et par tonegeneratorer (støj, impuls og sinus), diverse filtre, en mixerpult, to 2-spors Studer-båndoptagere med variabel hastighed samt en 8-spors Lyrec-båndoptager. Med dette udstyr var det muligt at frembringe elektronmusik efter de samme principper, som Stockhausen og andre arbejdede med i studierne i Köln fra ca. 1950 og frem. Det vil sige musik, hvis grundmateriale var elektronisk frembragt og overført til lydbånd, og hvor den videre forarbejdning af lydmaterialiet foregik ved hjælp af filtreringer, båndsløjd og mixning. Det var naturligvis også muligt i dette studie at arbejde efter de metoder, som Pierre Schaeffer og andre musique concrete-komponister anvendte i den franske radiofonis lydstudier i Paris, altså musik frembragt ved bearbejdning af "naturlige", konkrete lyde overført til lydbånd. Således er Svend Christiansens komposition "Urværk", som siden er udkommet på plade, komponeret i musikinstituttets studie i begyndelsen af 70'erne. Som grundlyd anvender denne komposition udelukkende lyden fra et vækkeur.

I slutningen af 70'erne udvikledes i studiet den dengang meget avancerede EGG-synthesizer som et resultat af et tæt samarbejde med Datalogisk Institut. Synthesizeren var konstrueret ud fra en forudsætning om, at den skulle være brugervenlig og arbejde i reel tid, således at det man spillede, eller de lyde man havde opbygget, skulle kunne høres umiddelbart. Lydene skulle bearbejdes digitalt og endvidere skulle tastaturet være anslagsfølsomt. Mange af disse krav stiller vi i dag med den største selvfølgelighed til selv de billige synthesizere, men for bare 10 år siden var en sådan luksus forbeholdt de store og meget dyre synthesizere. Synthesizeren arbejdede med indirekte lydsyntese, hvilket vil sige, at lydsyntesen foregik med en speciel digital lydgenerator, der kunne styres af en mindre computer. Lydene i synthesizeren blev dannet ved additiv syntese (se nedenfor). Oprindeligt havde man ønsket at arbejde med direkte lydsyntese, altså med

en direkte forbindelse fra tastaturet til computeren og tilbage til en lyd giver (højtaler), men dette stillede så store krav til computerens kapacitet, at man nemt kunne komme til at vente i et døgn med at få resultatet at høre, hvorved processen i realiteten var indirekte. Derfor gav man køb på at arbejde med additiv syntese i større målestok og anskaffede nogle små computere, så syntesen kunne foregå direkte¹.

Da man i slutningen af 70'erne inddrog den rytmiske musik i musikfaget og da Finn Egeland Hansen senere forlod musikinstituttet, blev lydstudiet efterhånden ændret til først og fremmest at fungere som et optagestudie for rockmusik. Denne udvikling er fortsat op til i dag, hvor lydstudiet står som et moderne 16-spors studie på et meget højt niveau. Det anvendes altså nu overvejende i en pædagogisk sammenhæng for studerende, der ved arbejdet i studiet får et førstehånds indtryk af, hvordan man i dag producerer rockmusik til senere pladeudgivelse. Denne ikke-obligatoriske undervisning bliver således et væsentligt supplement til undervisningen i sammenspil, arrangement og analyse. Den forskningsmæssige dimension er derimod i nogen grad gået tabt i løbet af 80'erne.

Efter min opfattelse bør vi her ved starten af 90'erne arbejde på at genindføre den forskningsmæssige dimension i anvendelsen af studiet. Dette skal ikke forstås således, at studiet ikke mere skal kunne bruges til optagelse af rockmusik, da jeg fortsat mener, at denne anvendelsesmulighed er yderst vigtig. Men med fremkomsten af den nyeste teknologi i form af synthesizere og computere med tilhørende avanceret software er den direkte syntese i større målestok kommet inden for rækkevidde. Der er opstået nye betingelser for produktion af både rockmusik og kunstmusik, og som følge af dette er der også opstået nye forskningsområder, som vi som musikvidenskabeligt institut nødvendigvis må tage del i. I de følgende vil jeg gennemgå hovedtrækkene i denne udvikling, samt pege på nogle for mig at se væsentlige forskningsområder.

¹Finn Egeland Hansen: "EGG-synthesizeren", DMT nr. 2, 1978.

Kortfattet beskrivelse af den nye musikteknologi.

MIDI.

Computeren blev for alvor anvendelig til styring af musik, da man i musikindustri'en i 1983 enedes om at indføre en international norm for musikinstrumenternes mulighed for at tale indbyrdes sammen, nemlig MIDI (Musical Instrument Digital Interface). MIDI er et digitalt kodesprog, der for en given tone sender informationer om f.eks. varighed, tonehøjde, anslagsstyrke (velocity) og kanalnummer fra et instrument til et andet. MIDI arbejder på 16 kanaler, hvilket betyder, at der kan afsendes op til 16 stemmer eller stemmekomplekser på en gang via MIDI-systemet. Kommandoerne sendes normalt fra et motherkeyboard til en eller flere slaver, som kan være keyboards eller rene lydmoduler uden tangenter. I de senere år har man arbejdet med at udstyre andre instrumenter end tangentinstrumenterne med MIDI-kommandoer, således at man f.eks. kan styre et lydmodul med en guitar.

Sequensere.

Sequenseren er udviklet som en naturlig følge af indførelse af MIDI. De gamle analoge synthesizere kunne dog også være udstyret med en sequencer i meget primitiv form, som kunne klare op til 24 monofoniske toner. De moderne sequensere har en langt større kapacitet.

En sequencer er at opfatte som en slags minicomputer eller båndoptager, der kan optage og afspille digitale MIDI-informationer. Mange moderne synthesizere og trommemaskiner har i dag indbyggede sequensere (hardwaresequensere), der kan klare lange og komplicerede musikalske forløb, og som også har omfattende redigeringsfunktioner. Men sequensere findes også som software til computere, som via et MIDI-interface kan kobles til de forskellige lydmoduler, hvorved man kan udnytte computerens langt større lagerkapacitet. Endvidere er redigeringsmulighederne i forbindelse med computeren langt mere omfattende og brugervenlige. På synthesizeren har man kun et lille display at orientere sig på, mens man på computeren har et skærbillede, der giver bedre overblik over de musikalske forløb. Skærbilledet kan f. eks. omfatte et billede af en båndoptager, som betjenes på samme måde som en almindelig båndoptager ved at "klikke" på knapperne. Endvidere kan der være en samlet oversigt over hele kompositionen, en tæller, der måler i taktenheder eller i tid, etc. Ydermere kan computeren optage musikken mere præcist, idet f.eks. sequenserprogrammet "Performer" til Macintosh-computere optager og afspiller med en underdeling af hvert taktslag i ikke mindre end 480 enheder (tilsvarende programmer til Atari-computere, der har specialiseret sig i musikprogrammer, underdeler slaget i 240). På denne

måde får man gengivet musikken meget tæt på det, man oprindeligt spillede. Har man spillet upræcist ved optagelsen er der altid mulighed for siden at kvantisere (rette ind til taktslagene) forløbet helt eller delvist.

Softwaresequenseren er nærmest at opfatte som et musikalsk teksbehandlingsanlæg. Man kan klippe, klistre, kopiere, transponere, ændre anslag og varighed for de enkelte toner eller længere forløb, på samme måde som man kan ændre skrifttype og punktstørrelse for hele sætninger eller enkelte bogstaver. Endvidere kan man ved afspilningen af sekvensen styre forskellige samtidige musikalske forløb ud på et antal forskellige lydmoduler, som bestemmer hvilken lyd, det pågældende musikalske forløb skal afspilles med. På denne måde er sequenseren altså at opfatte som et partitur, der kan afspilles, mens det er den udøvende synthesizer, der bestemmer klangfarven.

Sequenseren er i dag højt udviklet, og det er også mere selve tonedannelsen (lydsyntesen), der nu har musikindustriens (og musikernes) store interesse. Jeg skal derfor i det følgende kort omtale de vigtigste principper for lydsyntese.

Jagten på den nye lyd

(eller Stockhausens "Nie erhornte Klänge" om igen).

Subtraktiv syntese.

Grundlyden, som anvendes i forbindelse med subtraktiv syntese, er af en meget sammensat og overtonerig struktur. Lyden dannes af en tonegenerator og passerer derefter igennem forskellige filtre, som subtraherer forskellige dele og lag i lyden. Subtraktiv syntese har været den grundlæggende form for tonedannelse, som man har anvendt i analog sammenhæng fra de tidligste elektronorgler (dog ikke Hammond) og et godt stykke op i de polyfone synthesizers tidsalder, som i f.eks. Rolands Jupiter 4.

FM-syntese.

Ved FM-syntese frembringes tonen ved Frekvens Modulation. Modulationsbegrebet kendes fra de analoge synthesizere, hvor en LFO (Low Frequency Oscillator = lavfrekvens generator) benyttes til at modulere (påvirke) lyden fra en VCO (Voltage Controlled Oscillator = spændingsstyret generator), hvorved der fremkommer det vi forstår ved vibrato. Et vibrato svinger normalt med en frekvens, der ikke i sig selv er tonedannende og som altså ligger under det hørbare område (under ca. 20 Hz). Men hvis hastigheden sættes op til et vibrato på f. eks. 100 Hz ændres tones klang radikalt, idet der opstår hørbare såkaldte sidebands. Dette er grundprincippet i Frekvens Modulation: at man

altså benytter en tone (eller frekvens) til at modulere en anden med og derved frembringer en ny lyd. Yamaha var først til at udnytte dette princip i en synthesizer og sendte i 1983 sin MIDI-styrede DX-7'er på markedet. Denne synthesizer blev på grund af sin helt anderledes klangrigdom hurtigt meget populær og kunne snart høres på et bredt udsnit af plader fra alle hjørner af pop- og rockverdenen. Når den var så let genkendelig skyldes det bl.a. at den samtidig var forholdsvis kompliceret at programmere, hvorfor de fleste brugere nøjedes med at anvende de indkodede fabrikslyde. Det blev derfor også hurtigt en industri i sig selv at producere og forhandle nye DX-7 lyde, som kunne (og kan) købes på kassetter (cartridges). Der er siden udviklet software til programmering og opbevaring af DX-7 lyde, f.eks. "Opcodes Editor/Librarian" til Macintosh. Her er det muligt at bearbejde en lyd i et grafisk billede på computerskærmen.

Sampling.

Sampling har ikke i princippet noget med lydsyntese at gøre. Ved sampling optager man en lyd, omsættes den til tal (digitaliserer den), og lægger den ind i en synthesizers eller en computers hukommelse. Herefter kan lyden så ganske enkelt bruges til at spille med over hele tastaturet på et keyboard. Og eftersom den er placeret i synthesizerens (eller computerens) hukommelse, kan den altså også viderebearbejdes og bruges som grundlag for yderligere lydsyntese. Med sampling er der sket endnu en udvidelse af mulighederne for frembringelsen af nye lyde, samtidig med, at der er åbnet mulighed for at kopiere og "låne" lyde og musikalske forløb fra andre. Lilletrommelyden i indledningen af Bruce Springsteens "Born in the USA" er således dukket op på mange andre indspilninger, og hele filosofien bag hip-hop-musik bygger på sampling-teknikken.

LA• Linear Arithmetic.

Ved LA-syntese, der siden 1987 har været benyttet af Roland på II-serien, anvender man en blanding af den kendte subtraktive syntese og sampling. Rolands D-50 indeholder 100 forskellige samplede lyde, der kan kombineres med en mere traditionel synthesizerlyd. Således kan man forsyne den subtraktive lyd med f.eks. den samplede ansatslyd fra en trompet.

Additiv syntese.

Denne synteseform er den, der i øjeblikket satses mest på, men den kan vel samtidig anses for i sit grundprincip at være den ældste, idet princippet er at finde i et almindeligt kirkeorgel. Additiv syntese anvender som udgangspunkt mange forskellige lydkilder som additeres, hvorved der fremkommer en sammensat blandingsklang. De mange lydkilder som forudsættes er grunden til, at princip-

pet kun i et ringe omfang er blevet anvendt i forbindelse med moderne synthesizere, der oftest anvender få lydkilder som udgangspunkt, idet samtidig behandling af mange samtidige lydkilder som nævnt kræver meget stor kapacitet. Firmaet Digidesign har dog fremstillet et software-program (en softsynth) til computerbrug. Denne softsynth indeholder 32 sinus-DCO'er (Digital Controlled Oscillator), der hver kan styres med en DCA (Digital Controlled Amplifier) incl. Envelope (som kan styre amplitudens, lydstyrkens, udvikling i tid), samt en pitch-Envelope (der styrer frekvensen, tonehøjden, i tid).

Direkte syntese.

Denne synteseform skal ikke sidestilles med de øvrige, idet der ikke er tale om en eksakt synteseform, men derimod om et begreb i forbindelse med selve arbejdsgangen. Der kan således skelnes mellem direkte og indirekte syntese: ved direkte syntese har man mulighed for med det samme at høre de frembragte musikalske forløb og/eller lyde, ved indirekte syntese skal computeren først behandle de data, man har fodret den med, for først senere at omsætte dem til hørbar lyd.

Som det fremgik af beskrivelsen af EEG-synthesizeren var en af de vigtigste forudsætninger, at man med det samme kunne høre, hvad man havde lavet. Dette satte nogle begrænsninger for projektet, idet den direkte syntese i kombination med additiv syntese krævede langt større computerkapacitet, end man på det tidspunkt kunne have til rådighed. Dette forhold har ændret sig i løbet af S0'erne, idet det nu med de moderne computere er muligt at arbejde med direkte syntese kombineret med additiv synteseform.

Computeren og kunstmusikken.

Der er to grundlæggende måder at anvende computeren på i det kompositoriske arbejde: som medhjælper eller som med/modspiller. Anvender man computeren som medhjælper betragtes den som et stykke værktøj, der kan lette skriveprocessen og som samtidig kan hjælpe med at fastholde de kompositoriske ideer. Her vil man først og fremmest anvende et sequenser- og/eller et nodeskrivningsprogram. Sequenser-programmer er i vore dage højt udviklede og kan således styre et stort antal musikalske parametre på en gang. Men programmet kan ikke mere end det, det bliver bedt om; det er ikke medkomponist men opfører sig som en meget avanceret og lydhør båndoptager. Computeren kan i denne sammenhæng også anvendes til at forme og holde rede på de forskellige lyde, som sequenseren styrer

forløbet af. Men det er stadig komponisten, der har valgt hver enkelt node og lyd. Man kan også lade computeren selv udvikle forskellige løb efter forprogrammerede spilleregler, og således bliver computeren med-komponist. En nærliggende tanke ville det være at fodre computeren med den matematiske formel for Per Nørgårds uendelighedsrække og dernæst lade et sequenser-program styre de forskellige tempolag og instrumenteringer i stil med Nørgårds "Rejse ind i den gyldne skærm" (1969), der efter Nørgårds eget udsagn ganske enkelt er en instrumentation af uendelighedsrækken. I et sådant tilfælde er man tæt på den deterministisk kompositionsform i forlængelse af Darmstadt-skolens serielle prædetermination. Ligeledes vil f.eks. Messiaens "Mode de valeurs et d'intensités" fra 1949 og Boulez' "Structures" fra 1952 kunne få en meget præcis fremførelse med computerens hjælp (hvilket dog næppe ville være i overensstemmelse med disse kompositioners ide). Endelig kan man forestille sig mere komplekse matematiske systemer som de såkaldte fraktaler omsat til computermusik i stedet for computertegninger.

Endnu mere interessant vil det måske være at lade computeren arbejde i forlængelse af Xenakis' forestillinger om en stokastisk (eller aleatorisk) musik, der hviler på matematiske sandsynlighedsberegninger. Det er indenfor dette felt, computeren kan arbejde mest selvstændigt som komponist.

Endvidere kan man naturligvis tænke sig alle mulige medianter mellem deterministisk og stokastisk musik, som også inddrager sammenspil med "almindelige" instrumenter, og det er i dette felt, en stor del af computer-komponisterne boltrer sig i dag.

Computeren og rockmusikken.

I det daglige er vi omgivet af computerstyret pop- og rockmusik i langt højere grad, end de fleste er bevidste om. Det er ikke usædvanligt, at musikken på en rockplade i alt væsentligt er computerstyret med undtagelse af sang, kor og en evt. guitarsolo. I en artikel i Information nævner Jesper Ranum² Michael Falchs første soloplade som et eksempel på en LP, hvor 75 % af lyden er samplet (hvormed han efter min opfattelse blot mener computerstyret ved hjælp af sequenserprogrammer). Kun guitar, sang og lidt ekstra trommer er håndspillet.

I forbindelse med rockproduktion har computeren først og fremmest to anvendelsesområder: at fungere som en stor sequenser samt at være lydbibliotek. Computeren er som skabt til at styre stramt organiserede rytmiske forløb, som også indeholder et vist moment af gentagelser. I meget af den nyere pop/rock er

²Per Reinholdt Nielsen: "Den digitale dekonstruktør", Information, 14.02.1990.

den hårdtpumpede præcision og lyd sat i højsædet, og det er efterhånden sjældent man f.eks. oplever den "ægte", håndspillede trommelyd på en pop/rock-produktion. Dette hænger sammen med, at de moderne trommemaskiner i sig selv er små computere, hvor man har samlet den naturlige trommelyd, og hvor lyden altså ikke genereres ad syntetisk vej.

Med sampleren og computeren til rådighed har rockmusikken fået et arbejdsredskab, der åbner for helt nye perspektiver. Jeg skal ikke her gå længere ind på dette omfattende område, men nøjes med at citere Lars Willemoes³ fra en anmeldelse af New York-duoen 3 Rd Bass' nyeste plade i hip-hop-genren:

"De der siger, at popmusik ikke har noget med kunst at gøre og som ikke kan tyde spillet mellem de mange citater, referencer og interne koder i hip hop vil sikkert få basale problemer med at forstå poppens sprog i 90'erne."

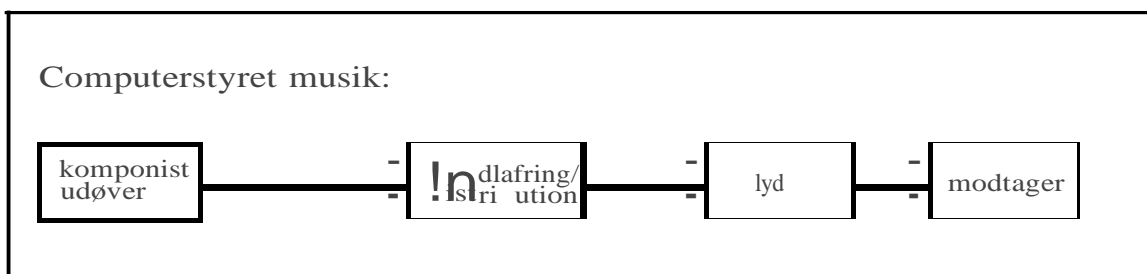
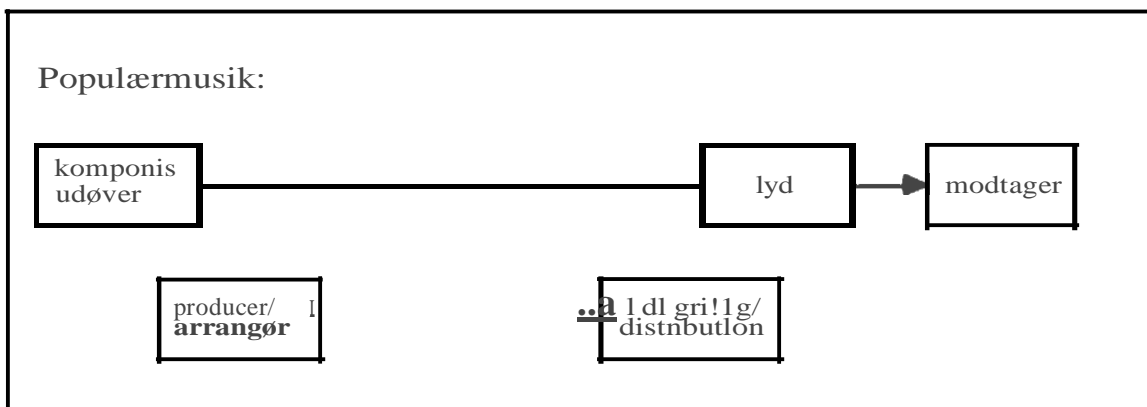
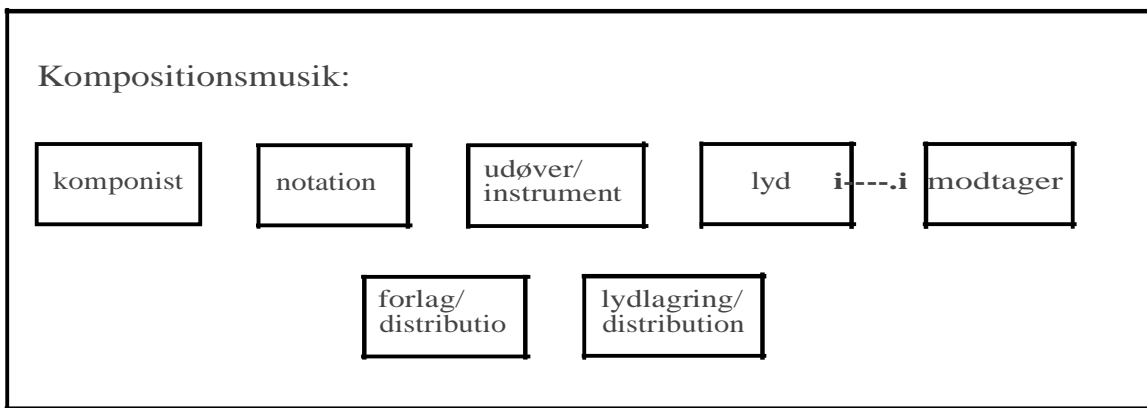
Computerens betydning for kommunikationskæden.

For at forstå hvilken betydning computeren har haft for kommunikationen mellem komponist og modtager, må man først have et overblik over de traditionelle kommunikationskanaler som de er fremstillet i skematisk forms. 9.

Som det fremgår er der lang vej fra komponisten til modtageren i den traditionelle **kompositionsmusik** (som i dette tilfælde også omfatter den notationsbaserede del af populærmusikken som big band-arrangementer, filmmusik etc.). I værste fald skal musikken her igennem fem forskellige led inden den når frem fra komponisten til modtageren, og vejen omkring nodepapiret er et uomgængeligt led.

Populærmusikken i form af pop, rock og jazz kan samles under betegnelsen gehørstraderet musik og kan i kraft heraf undgå nodepapiret og det tilhørende forlags- og distributionsled. I en koncertsituation er vejen fra komponisten, som i denne sammenhæng ofte er identisk med udøveren, til modtageren den kortest mulige. Skal lyden omsættes til plade eller bånd sker dette oftest med en producer, som herved bliver medkomponist.

³Lars Willemoes: "Forskud på 90'erne", Information, 14.02.1990.



I forbindelse med **computerstyret musik** bliver lydlagringen, som i første omgang varetages af computeren i samarbejde med et antal lydgivere, et uomgængeligt led mellem komponisten og modtageren, og dette gælder i forhold til både kunstmusikkomponisten og pop/rockmusikkomponisten. Det fremgår også af denne kommunikationskæde, at koncertsituationen er problematisk for begge musiktyper. Computeren har hermed manifesteret sig som en barriere mellem komponisten og modtageren i forhold til en koncertsituation, idet det naturligvis er temmelig uinteressant at sidde og se på en computer, der afspiller sin lektie i en koncertsal. Komponisten Wayne Siegel har da også taget konsekvensen af dette med sin karakteristik af computermusik som musik for høttalere (sagt ved et foredrag på Musikvidenskabeligt Institut i Århus). Dette problem ser man forsøgt løst på mange forskellige måder, f.eks. i mellemformer med "rigtige" musikere i samspil med computeren eller med brug af forskellige visuelle midler, og dermed

betyder brugen af computeren også en udvikling af en anderledes koncertform. Men samtidig betyder brugen af computeren også en fornyelse af komponistrollen, specielt i forhold til den traditionelle kunstmusikkomponist. Komponisten kan nu også både være udøver og producer, og kan dermed selv færdiggøre sit produkt i mindste detalje, inden det kommunikeres ud til modtageren. Således er komponisten på en vis måde kommet i tættere kontakt med sit publikum.

Der ligger her en vigtig opgave for musikforskningen: at undersøge, hvad den nye form for kommunikation mellem komponist og modtager har betydet for musikken og musikformidlingen, både inden for det kunstmusikalske og det populærmusikalske område. Og dette må naturligvis også inddrage en forståelse af brugen af computeren i selve kompositionsprocessen.

Indførelse af den nye teknologi i akustisk laboratorium.

I efteråret 1988 indledte Musikvidenskabeligt Institut et samarbejde med DIEM, Dansk Institut for Elektroakustisk Musik. Samarbejdet startede i form af et teori-kursus, der skulle lære de studerende de grundlæggende principper for computerstyring af musik, ikke kun i teknisk henseende men med hovedvægten på det kompositoriske aspekt. Undervisningen er indtil nu foregået i DIEM's studie i Musikhuset, idet musikinstituttet endnu ikke har faciliteter til fuldt ud at dække en sådan undervisning.

For at spare på den dyre studietid i DIEM oprettede man et mindre øvelseslokale i forbindelse med Akustisk Laboratorium. Lokalet blev udstyret med en Macintosh SE-computer, en Yamaha DX7-synthesizer samt et forstærkeranlæg. Af software anskaffede man Performer (sequencer-program) og Opcode's Editor/Librarian (lyd-editerings-program og lydbibliotek til DX7). Senere anskaffedes Coda's Finale (nodeskrivnings-program) samt en såkaldt Jam Box, der via en synkroniseringskode gør det muligt at arbejde med computerstyring i kombination med lyd-studiets 16-spors båndoptager. Endvidere er der i 89/90 blevet anskaffet et Roland D-110 lydmodul (multitimbralt), en Roland trommemaskine (TR 707), samt for ganske nylig en Roland S-330 (sampler) og en tilhørende lille mixer. Med dette samlede udstyr kan man arbejde med større kompositioner, som kun begrænses af computerens kapacitet og antallet af lyd-givere.

Men for at kunne være med på det forskningsmæssige felt må afdelingen til stadighed opdateres og udbygges. Hvis vi f.eks. skal være med i forskningen på lyd-syntesens område må vi satse på en større computer med større lagerplads og tilhørende software, hvilket er beskrevet i min ansøgning herom til fakultetet (se

bilag). Disse anskaffelser vil også betyde, at vi i langt højere grad end nu vil kunne gå ind i arbejdet med og forståelsen af den moderne samlede rockmusik (hip hop o.l.), som også kræver større computerkapacitet. Det tredje forskningsområde, som er blevet berørt i dette notat, er arbejdet med deterministisk og stokastisk computermusik, som vil kræve anskaffelse af diverse programmeringssprog. Det vil endvidere være oplagt igen at samarbejde med Datalogisk og Fysisk Institut omkring et sådant projekt.

Endelig bør samarbejdet med DIEM udbygges, bl.a. fordi DIEM, som nævnt i bilaget, har direkte kontakt til de centre rundt omkring i verden, hvor man arbejder med computermusik, og denne kontakt kan være til stor gavn for musikinstituttet.

Århus, 27/3/1990

Jens Johansen