

■■■■■■■■■ **Modular Synthesizer**

I grew up during the early 70's as a technically-minded kid who liked to build things. Much as today's youth is encountering the revolution of media convergence and social computing brought by cheap computing devices and widespread internet penetration, my generation was inspired by the rise of consumer electronics, as transistors and integrated circuits redefined radio, television, hi-fi, and musical instruments. As long as I can remember, I'd had an interest in electronic audio, perhaps because my parents were always playing music and my dad had an ancient Revere open-reel, monaural, tube-driven tape recorder, which offered endless fascination in my toddler days. When I was old enough to get my own library card, these interests expanded upon checking out the wonderfully strange electronic music LP's on the Folkways label, which somehow had infiltrated their collection. I promptly took possession of my dad's old Revere, and had a great time exploring the sonic possibilities when it was operated outside of its normal bounds. In 1968, an uncle gave me a copy of Switched on Bach, and from then, life was never the same again. The sounds were fascinating, but after the Folkways records, that wasn't too unusual. The image of the Moog modular on the cover is what did it. All those knobs and phone jacks sprouting from an ominous black cabinet out of a telephone operator's nightmare, with the musical keyboard totally out of place below ... The liner notes were fascinating, but after having read them a dozen times (and squinted at the blurry labels on the modules in attempts to decipher them), I had little idea of what this device actually was. My high school and early college years heralded the dawn of prog rock and fusion jazz, both of which were quite experimental back then and fuelled by the still-novel sounds that analog electronics and audio processors could make. This is the period that essentially clinched it for me; I needed one of these things.

Buying a synthesizer was out of the question. MinMoogs and Arp Odysseys were costing well over a thousand dollars, and modular systems ran to at least ten times that amount. I had no choice but to build one. I was hardly alone in that aspiration; music synthesizers had supplanted ham radios in those days as lightning rods to absorb the lives of technically-inclined tinkerers.

There wasn't much literature on the innards of synthesizers back then. Manufacturers tended to protect their secrets, as the competition was fierce. Don Simonton's low-budget PAIA kits were the exception, however, as he published the circuitry across several issues of Radio and Electronics. Likewise, Don Lancaster (author of the famous TTL and CMOS cookbooks) published some great articles in the popular electronic press about very interesting ways to use common IC's in musical contexts, and Walt Jung's Op-Amp Cookbook was a bible full of synthesizer-relevant circuitry. "Electronotes" was fantastic, but I didn't discover it until later.

I started my first modular in a room in my parent's basement when I was a freshman in college, back in 1974. The room was painted totally black. It had served as a canonical psychedelic dungeon and hangout in my high-school days (a few of the flashing lights and 6' x 8' color organs still worked), and functioned part-time as a darkroom (setting the ambient odor), as I was also an avid photographer. I started with the wooden synth cabinet, which measured 3' x 3', and had four rows waiting for modules. As I had only a vague idea of what to put in there, I wrote to every synthesizer manufacture I knew of for brochures to get an idea of what to build. I also called every university around my home town of Boston to see if I could visit their electronic music studio (we had nothing of the sort at Tufts then). Phoning MIT led me to my present colleague at the Media Lab,

Barry Vercoe, who said, "MIT only does digital synthesis." I hit the gold mine though when phoning Harvard, where I got connected to Serge Tcherepnin's brother Ivan, who ran their electronic music program and invited me over to see their facility. Ivan took me right past the rows of hulking, dark Buchlas in their attic studio, and over to a small Serge that he had in the center of the room. He went through his brother's masterpiece module-by-module in the hour that ensued, and I soaked the experience up like a sponge. The Serge's revolutionary concepts, such as the interchangeability of control and audio signals, cast long shadows onto my evolving plans.

My original modules began with ideas from the Simonton and Lancaster articles. The oscillators weren't very stable and the filters were somewhat dull, but it was a start. I had little money at the time, and had to really scrounge for parts. The potentiometers came from old TV monitors that were being thrown away at a nearby company that made computer terminals, where I worked during high school.

I had a part-time job during college writing software at Draper Laboratory, an MIT spin-off famous for designing guidance systems for missiles and spacecraft. I befriended the technicians and engineers there, who gave me old panels full of pin jacks (the patch cord standard that I adopted from the PAIA designs), provided me with resistors and capacitors, and let me sneak into their printed-circuit facility to make my boards. I bought my semiconductors at "Eli Heffron's," an infamous surplus electronics store in Cambridge full of the electronic effluent cast out of the Rt. 128 and Cambridge establishments (it was rumored that some of the junk on Eli's floor could compromise America's best military secrets if it fell into the wrong hands).

I gradually filled the wooden cabinet up with 37 modules after many dedicated evenings and weekends and countless solder burns and minor injuries from totally improper machining practices. Although I had ideas left for many other modules, I ran out of both space in the cabinet and hours to build more, as from 1977 to 1982 most synthesizer-building activities took a hiatus during my graduate physics studies at MIT.

Things changed at the end of 1982, when I was a postdoc at the Swiss Federal Institute of Technology in Zurich. The music scene was fantastic then; there was an active branch of Recommended Records (later to become RecRec) in town, and I saw countless wonderful concerts from avant-garde musicians who would never make it to the USA. It was also a tense time there, as the youth of the city were erupting in protest against the establishment "opera crowd", and it wasn't uncommon to inhale a bit of tear gas together with the clear Alpine air. But it was a city very difficult to participate in, especially as a foreign, workaholic physicist. Thus it was a dangerous mix: I had access to a fantastic electronics lab, time on my hands, lots of musical stimulation, and countless ideas churning on new synthesizer modules to build.

It started with a fairly simple scheme; I purchased one of those cheap Casio "VL-Tone" toy keyboards that had just come onto the market; this was probably the first "throw-away" digital keyboard. After spending a night probing the circuitry, I found several interesting "hidden" points where strange and delightfully ugly intermediate sounds were produced. This led to my first major "circuit-bending" project, where I replaced the toy keyboard of the Casio with a full-sized organ manual, and brought all of the internal patch points that I'd discovered out to a pin jack panel, so I could process them further with my modular gear. Others in this tradition followed (over the next years, the modular system assimilated a Casio CS-101, a Casio SK-1, a Minimoog, a Moog Satellite, and the Radio Shack/Moog MG-1).

I then started making more modules. During this period of my life, the passion for building synthesizers turned into an obsession. By the time I left Zurich at the end of 1983,

I'd constructed an armada of about 80 modules, most of which were unusual devices (e.g., phoneme synthesizers for computer-generated speech and voltage-controlled chaos generators) not found in common modulars. I packed them up into boxes labelled "domestic equipment," and somehow they slipped through US customs and arrived here unscathed. Together with the modules that I'd built previously (which I've since refurbished), what may have well been the world's largest homemade synthesizer soon dominated my living room.

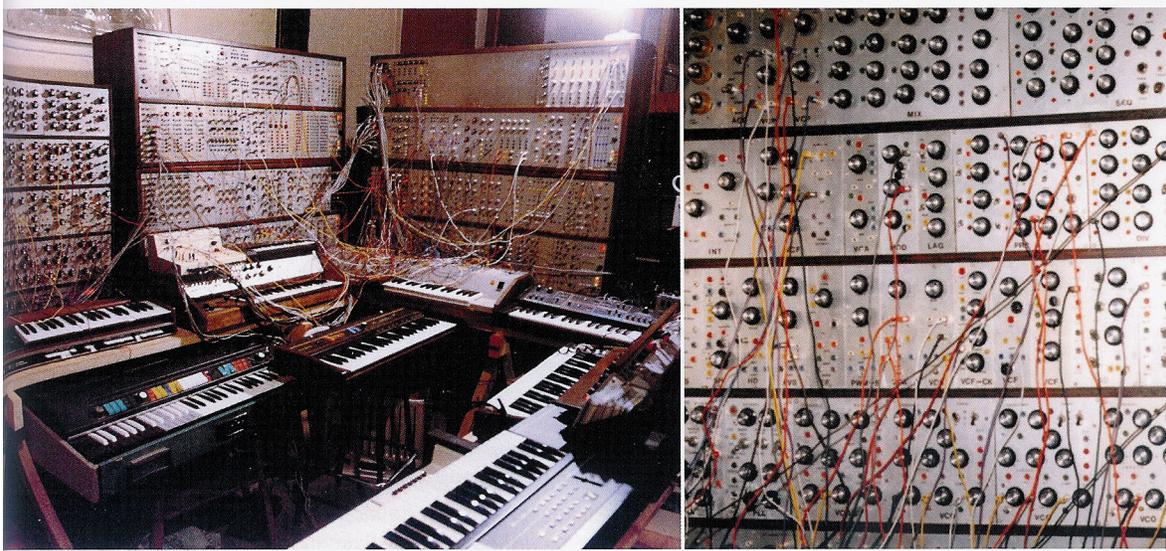
I don't play this rig any more as a keyboard instrument. My main use for it now is to make gigantic sound installations with huge patches that I continue building over several hours, until I run out of patch cords. The process is perhaps closer to sculpture than music, where one starts with a small "seed" patch that expresses a simple musical process that is progressively augmented and refined as the patch builds. It is a large, complex feedback system, with signals that control the modules fed back to their inputs through a massive network of digital and analog processing. The resulting sounds are mainly autonomous, babbling and droning on for hours and days, as each patch achieves a distinctive groove or atmosphere without really repeating.

Although real-time digital synthesis has matured and certainly has many advantages, behemoths such as the old modulars still have a useful niche, as indicated by the fact that over a dozen small companies are making them again. Patching is a very tactile process, as modular analog synthesis is entirely tangible. Rather than navigating across 2D pages and menus in the digital world, with modulars, your hands are literally on the sound, immediately grabbing any patchcord, knob, or switch that can tweak or radically alter an output. Spatial memory helps a user quickly find the right module or patchpoint to adjust, at least for a week or two, before recollection fades.

Analog electronics can also affect sounds in many complex ways—it's often when one puts a parameter into an unstable or unorthodox state that the most interesting sounds are found (digital synthesis generally doesn't fail as gracefully, hence it's usually not as productive when things go wrong). Once a patch is pulled from a modular synthesizer, it can never really be recreated, since there's no "save" button like in a digital environment. Like a Tibetan sand painting, every patch has its own unique identity that's inevitably torn down when completed, never to return the same way again. Yes, in the old days, musicians would try to jot knob and patch positions down in logbooks with the hope of recreating them, but this is a futile endeavor, given the complexity of the patches that I like to make. Rather than lament this fact, I've come to embrace it—starting with a blank slate is a guaranteed way of always coming up with something new, exploring fresh territory without being biased by your old ideas or a sound designer's concept embedded in presets.



More information on my synthesizer system can be found at
<http://www.media.mit.edu/~joep/synth.html>



Joe Paradiso ■■■■■■■■

■■■■■■■ Modularer Synthesizer

Ich wuchs Anfang der siebziger Jahre auf und war schon als Kind technisch interessiert; es gefiel mir, Dinge zu bauen. Während die heutige Jugend auf Grund eines Überangebots an preisgünstigen Computern und der zunehmenden Verbreitung des Internet eine Revolution der Medienkonvergenz und des Social Computing erlebt, ließ sich meine Generation vom Wachstum des Elektronikmarktes inspirieren. Es war die Zeit, in der Transistoren und integrierte Schaltungen die Welt des Radios, des Fernsehens, der Hi-Fi-Geräte und Musikinstrumente neu definierten. Seit ich mich erinnern kann, habe ich mich für elektronische Audiogeräte interessiert, vielleicht weil meine Eltern ständig Musik hörten und mein Vater ein uraltes monaurales Revere-Röhrentonbandgerät mit Offenspulen-Technik besaß, das als kleiner Junge unendliche Faszination auf mich ausübte. Als ich alt genug für eine eigene Mitgliedskarte bei der Bibliothek war, erstreckte sich mein Interesse auch auf die wunderbar bizarren E-Musik-LPs des Folkways-Plattenlabels, die sich in die Sammlung der Bibliothek eingeschlichen hatten. Ich nahm das alte Revere-Gerät meines Vaters in Besitz und genoss es, dessen Klangeigenschaften auszuloten, indem ich das Leistungsvermögen des Geräts über alle Maßen strapazierte.

1968 schenkte mir mein Onkel eine Aufnahme von *Switched on Bach*, was mein Leben von Grund auf verändern sollte. Die Musik war faszinierend, wenn auch nicht allzu ungewöhnlich nach den Folkways-Platten. Es war vielmehr das Bild des Moog-Modulars auf dem Plattencover, das die Veränderung in mir auslöste. All die Schaltknöpfe und Klinkenbuchsen auf einem ominösen schwarzen Gehäuse wie aus dem schlimmsten Alptraum eines Telefonvermittlers, mit einer Tastatur an einer völlig ungünstigen Stelle am Gehäuserand ... Die Liner Notes waren faszinierend, nachdem ich sie jedoch einige Male gelesen (und die verschwommenen Aufschriften auf den Modulen in einem hoffnungslosen Versuch, sie zu entziffern, von verschie-

denen Seiten betrachtet hatte), hatte ich immer noch keine Ahnung, was das eigentlich für ein Gerät war. Meine Jahre in der High School und meine erste College-Zeit waren geprägt vom Beginn des Prog Rock und Fusion Jazz; beide waren zu jener Zeit durchaus experimentell und wurden von den damals neuartigen Klängen beeinflusst, die durch die analoge Elektronik und Audioprozessoren erzeugt werden konnten. Das war die Zeit, in der mich die Welt der Synthesizer endgültig gefangen nahm; ich musste eines dieser Geräte haben.

Der Kauf eines Synthesizers stand außer Frage. MiniMoogs und Arp Odysseys kosteten weit über tausend Dollar, modulare Synthesizer-Systeme das Zehnfache. Ich hatte keine andere Wahl, als mir selbst einen Synthesizer zu bauen. Ich war natürlich nicht der Einzige, der sich dieses ehrgeizige Ziel gesteckt hatte; Musiksynthesizer hatten damals die Funkradios abgelöst und beherrschten das Leben technikinteressierter Bastler.

Es existierte jedoch nicht viel Literatur über das Innenleben von Synthesizern. Der Markt war hart umkämpft, und die Hersteller versuchten, ihre Betriebsgeheimnisse zu wahren. Don Simontons günstige PAIA-Bausätze waren die Ausnahme und er veröffentlichte außerdem in mehreren Ausgaben von *Radio and Electronics* Artikel zu den Schaltkreisen von Synthesizern. Auch Don Lancaster (Autor der bekannten TTL- und CMOS-Handbücher) publizierte einige hervorragende Beiträge in Fachzeitschriften über viel versprechende Möglichkeiten der Umsetzung integrierter Schaltkreise im Musikbereich; Walt Jungs Op-Amp-Handbuch war eine Bibel für die Planung von Synthesizer-Schaltkreisen. *Electronotes* war fantastisch, leider entdeckte ich dieses Medium erst später.

Ich begann mein erstes Modular-Synthesizer-System im Keller meiner Eltern 1974 während meines ersten Semesters im College. Der Raum war völlig schwarz ausgemalt. Er hatte während meiner High School-Zeit als Bunker für psychedelische Experimente und Partykeller (ein Teil der Lichteffektanlage und die 1,8 x 2,4 Meter großen Lichtorgeln funktionierten noch) und auch als Dunkelraum gedient (was dem Raum einen sehr spezifischen Geruch verlieh), da ich auch ein begeisterter Fotograf war. Ich begann mit dem Synthesizergehäuse aus Holz, das etwa die Maße 90 x 90 Zentimeter hatte und über vier Reihen für Module verfügte. Da ich nur eine sehr vage Vorstellung davon hatte, was das Innenleben eines Synthesizers umfasst, schrieb ich allen mir bekannten Synthesizer-Herstellern und bat um Informationsbroschüren, um eine Vorstellung davon zu erhalten, wie ein Synthesizer aussehen sollte. Ich rief auch verschiedene Universitäten in der Nähe meiner Heimatstadt Boston an, um herauszufinden, ob ich ihre E-Musik-Studios besuchen könnte (damals gab es an der Tufts University nichts dergleichen). Mein Anruf beim Massachusetts Institute of Technology (MIT) führte mich zu meinem jetzigen Kollegen im Media Lab, Barry Vercoe, der mir erklärte: „MIT arbeitet nur mit digitaler Synthese.“ Ein wahrer Goldgriff war allerdings mein Anruf in Harvard, als ich mit Serge Tcherepnins Bruder Ivan verbunden wurde, der das Studio für Elektronische Musik in Harvard leitete und mich in seine Abteilung einlud. Ivan Tcherepnin führte mich in ihrem Dachbodenstudio vorbei an Reihen massiver, dunkler Buchlas-Synthesizer zu einem kleinen Serge-Synthesizer in der Mitte des Raumes. Während der nächsten Stunde führte er mir das Meisterwerk seines Bruders Modul für Modul vor, und ich sog diese Erfahrung wie ein Schwamm in mich auf. Das revolutionäre Konzept der Serge-Synthesizer, etwa die Austauschbarkeit von Steuer- und Audiosignalen, beeinflusste meine Pläne nachhaltig.

Meine ersten Module basierten auf den Vorschlägen in den Simonton- und Lancaster-Artikeln. Die Oszillatoren waren nicht sehr stabil und die Filter etwas dumpf, aber es war ein Anfang. Ich hatte zu dieser Zeit nicht viel Geld und musste mir neue Teile auf findige Weise besorgen. Die Potentiometer stammten aus alten TV-Monitoren, die von einer nahe gelegenen Firma, die Computer-Terminals herstellte und bei der ich während meiner High-School-Zeit einen Nebenjob hatte, entsorgt worden waren.

Während meiner College-Zeit arbeitete ich halbtags als Softwareentwickler bei Draper Labo-

ratory, einem Spin-off des MIT, das Raketenleitsysteme bzw. Leitsysteme für Raumfahrzeuge entwickelt. Ich hatte Freunde unter den Technikern und Ingenieuren, die mir Schalttafeln mit Pin-Buchsen (der Patchcord-Standard, den ich von den PAIA-Systemen übernommen hatte) besorgten, mich mit Resistoren und Kondensatoren versorgten und mich heimlich in ihrer Abteilung für gedruckte Schaltungen meine Trägerplatten herstellen ließen. Meine Halbleiter kaufte ich bei Eli Heffron, einem berühmten Elektrogeschäft in Cambridge, in dem Restposten von Elektrogeschäften entlang der Route 128 oder aus Cambridge verschertelt wurden (es kursierte das Gerücht, dass Teile des in Elis Geschäft verkauften Gerümpels Amerikas best gehütete militärische Geheimnisse gefährden könnten, sollten sie in falsche Hände geraten). Ich verbrachte lange Abende und Wochenenden damit, das Holzgehäuse schließlich mit 37 Modulen zu füllen; aufgrund meines unfachmännischen Umgangs mit Werkzeugen zog ich mir unzählige Verbrennungen mit dem Lötkolben und andere kleinere Verletzungen zu. Obwohl ich weitere Ideen für neue Module hatte, blieb mir von 1977 bis 1982 weder der Platz noch die Zeit, um weitere Module zu bauen; während ich mein Physikstudium am MIT absolvierte, hatte ich wenig Zeit für den Bau von Synthesizern.

Das änderte sich allerdings Ende 1982, als ich in einem Post-Doc-Programm an die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich kam. Die Musikszene in Zürich war fantastisch; es gab eine sehr aktive Geschäftsstelle von Recommended Records (später RecRec), und ich besuchte viele großartige Konzerte von Avantgarde-Musikern, die nie in den USA auftreten würden. Die allgemeine Stimmung in der Musikszene war allerdings auch sehr angespannt, da die Jugend sich gegen die Dominanz der „Operngänger“ auflehnte, und es passierte nicht selten, dass man neben der guten Alpenluft auch etwas Tränengas abbekam. Es war für mich als ausländischem Physiker (und Workaholic) auch schwierig, Kontakte zu finden. Diese Situation war für mich daher eine gefährliche Mischung: Ich hatte Zugang zu großartigen Elektrolabors, ausreichend Zeit, genügend Anreiz durch eine großartige Musikszene und zahlreiche Ideen, die sich alle um den Bau neuer Synthesizer-Module drehten.

Es begann mit einem relativ einfachen Plan; ich kaufte eine dieser billigen Casio-„VL-Tone“-Spielzeugtastaturen, die neu auf den Markt gekommen waren; dies war vermutlich die erste digitale Wegwerf-Tastatur. Nachdem ich die Schaltkreise eine Nacht lang getestet hatte, fand ich einige interessante „versteckte“ Stellen, an denen seltsame und wunderbar hässliche Töne erzeugt wurden. Dies führte mich zum ersten großen „Circuit-Bending“-Projekt, in dem ich die Spielzeugtastatur des Casio durch ein richtiges Orgelmanual ersetzte und die zuvor entdeckten internen Patch-Stellen auf einer Platte mit Pin-Buchsen freilegte, sodass ich sie mit meinen modularen Werkzeugen weiter bearbeiten konnte. Ähnliche Projekte folgten (über die Jahre wurden ein Casio CS-101, ein Casio SK-1, ein Minimoog, ein Moog-Satellite und ein Radio Shack/Moog MG-1 in das modulare System integriert).

Dann begann ich, weitere Module zu bauen. Während dieser Zeit wurde der Bau von Synthesizern für mich zu einer Obsession. Als ich Zürich Ende 1983 verließ, hatte ich eine wahre Armada von etwa 80 Modulen, von denen die meisten überaus ungewöhnliche Geräte waren (z. B. Phonem-Synthesizer für computergenerierte Sprache und spannungsgesteuerte Chaos-Generatoren), die in herkömmlichen Modular-Synthesizer-Systemen nicht üblich waren. Ich verpackte sie in Kisten mit der Aufschrift „Haushaltsgeräte“, und seltsamerweise konnten sie ungehindert die US-Zollbehörden passieren und trafen wohlbehalten in den USA ein. Zusammen mit den Modulen, die ich zuvor gebaut hatte (und die ich seitdem verbessert habe), dominierte der wohl größte selbst gebaute Synthesizer der Welt mein Wohnzimmer. Ich benutze das Gerät nicht länger als Tasteninstrument, sondern verwende es heute hauptsächlich für gigantische Klanginstallationen mit komplexen Klangprogrammen, die ich über mehrere Stunden hinweg entwickle, bis ich keine Patchcords mehr habe. Dieser Vorgang ähnelt vielleicht stärker der Bildhauerei als der Musik; man beginnt mit einem kleinen „Seed Patch“, der einen

Modularer Synthesizer

einfachen musikalischen Vorgang ausdrückt und der kontinuierlich erweitert und verfeinert wird, während sich das vollständige Klangprogramm aufbaut. Es handelt sich um ein groß angelegtes komplexes Feedback-System mit Signalen, die die Rückkoppelung zwischen den Modulen und dem Input über ein dichtes Netz an digitalen und analogen Prozessen steuern. Die dadurch entstehenden Klänge sind vorwiegend autonom und plätschern und surren über Stunden und Tage hinweg, während jedes Klangprogramm einen charakteristischen Groove oder eine unverkennbare Stimmung erreicht, ohne sich zu wiederholen.

Obwohl die digitale Echtzeit-Synthese sich weiterentwickelt hat und zahlreiche Vorteile birgt, belegen Behemoths wie die alten Modular-Synthesizer-Systeme weiterhin eine Nische, was sich auch darin zeigt, dass eine Reihe kleinerer Unternehmen sie nun wieder herstellt. Patching ist ein Prozess, der viel Fingerspitzengefühl erfordert, und die Arbeit mit modularen analogen Synthesizern erfordert viel Feingefühl. Anstatt über 2D-Seiten und Menüs in der digitalen Welt zu navigieren, bearbeiten bei modularen Synthesizern die Hände der Musiker buchstäblich den Klang, wenn mittels verschiedener Patchcords, Regler oder Schalter der Klang beeinflusst oder radikal verändert wird. Ein gutes Raumgedächtnis hilft, rasch das richtige Modul oder den richtigen Patchpoint zu finden, zumindest für ein oder zwei Wochen, bevor die Erinnerung nachlässt.

Die analoge Elektronik kann Klang auf verschiedene, äußerst komplexe Weisen beeinflussen – die interessantesten Klänge entstehen oft, wenn Parameter durch Veränderungen instabil werden oder auf unkonventionelle Weise verändert werden (bei der digitalen Synthese äußern Fehlgriffe sich oft nicht auf so gefällige Weise; es ist daher im Allgemeinen weniger produktiv, wenn bei der digitalen Synthese etwas schief läuft). Wird ein Klangprogramm in einem modularen Synthesizer gestartet, kann es niemals wirklich wiederholt werden, da es bei Modular-Synthesizer-Systemen keine „Speichern“-Funktion wie in einer digitalen Umgebung gibt. Wie eine tibetanische Sandzeichnung hat jedes Klangprogramm seine eigene Identität, die nach Ende des Programms unwiderruflich verloren ist und niemals auf die gleiche Weise wiederholt werden kann. Früher versuchten Musiker Regler- und Patch-Positionen in Logbüchern zu notieren, in der Hoffnung, diese wiederholen zu können; dies ist angesichts der Komplexität der Patches, die ich zu erzeugen versuche, jedoch ein müßiges Unterfangen. Anstatt diese Tatsache zu beklagen, habe ich mich damit abgefunden – von Null zu beginnen, garantiert, dass etwas Neues entsteht und neue Wege beschritten werden, ohne dass die eigenen überholten Vorstellungen oder vorgegebene Klangkonzepte die Musik beeinflussen.

Aus dem Amerikanischen von Sonja Pöllabauer



Weitere Informationen zu meinem Synthesizer sind verfügbar unter <http://www.media.mit.edu/~joep/synth.html>

