

Noise Engineering

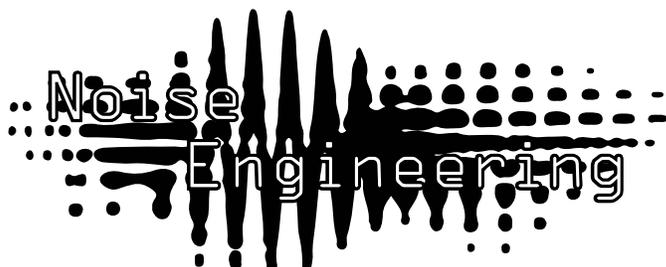
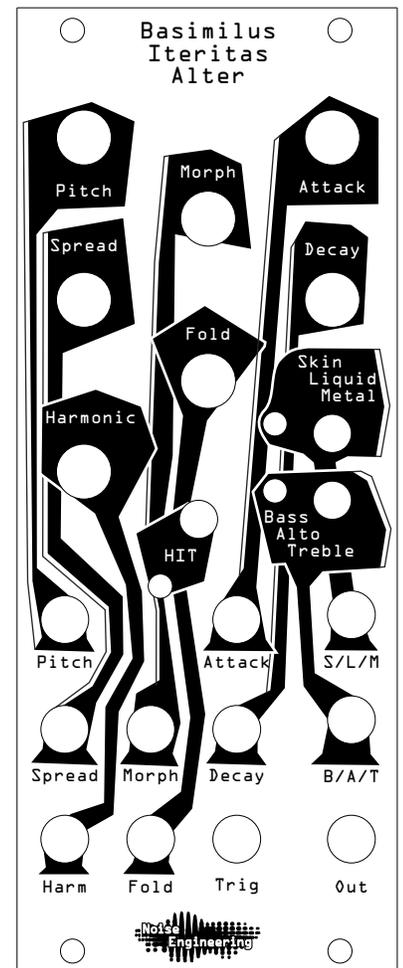
Basimilus Iteritas Alter

Analog-inspirierter parametergesteuerter Drumsynthesizer

Typ	LFSR VCO
Abmessungen	10 TE Eurorack
Tiefe	3,81 cm
Stromversorgung	2x8 Eurorack
+12 mA	150/80 (bei eingeschalteter 5-Volt-Versorgung)
-12 mA	5 / 5
+5 mA	0 / 90 (optional)

Basimilus Iteritas Alter ist ein parametergesteuerter Drumsynthesizer, der seine Wurzeln in der analogen Welt hat. Als Antrieb fungiert ein einfacher additiver Synthesizer mit sechs Oszillatoren, wählbaren Wellenformen, regelbarer Obertonverteilung und ebenso variablem Abklingverhalten. Zur Ausstattung gehören ferner ein regelbares Attack und ein Rauschoszillator. Diese Elemente werden summiert und in einen sogenannten Infinifolder eingespeist, der für weitere Klangvielfalt und Verzerrungen sorgt.

Basimilus Iteritas Alter ist die verbesserte Version von Basimilus Iteritas. Das Modul ist 2 TE schmaler, ermöglicht eine CV-Steuerung der Taster und ergänzt eine dritte Betriebsart. Dazu arbeiten die Modulation für den Tonhöhenbereich und die Regler nunmehr als Offsets statt als Abschwächer.



Bedienoberfl

Pitch

Der Pitch-Regler und der zugehörige CV-Steuereingang justieren die Tonhöhe des Basisoszillators.

Hierbei handelt es sich um einen Eingang mit einer Empfindlichkeit von $1V/8 VA$. Der Regler wird mit dem CV-Eingang summiert.

Decay

Mit dem Decay-Regler und dem zugehörigen CV-Eingang werden die Decay-Zeiten aller Oszillatoren justiert. Der Regler erzeugt einen Versatz zum CV-Eingang (Offset).

Attack

Mit dem Attack-Regler und dem zugehörigen CV-Eingang werden die Attack-Zeiten aller Oszillatoren justiert. Links von der Mittelposition wird Rauschen hinzugefügt. Ganz nach Links gedreht wird ein klassischer analoger Pop-Sound erzeugt. Rechts von der Mittelposition verlangsamt der Regler die Attackzeit. Der Regler erzeugt einen Versatz zum CV-Eingang (Offset).

Morph

Der Morph-Regler und die zugehörige CV-Steuerung kontrollieren die Wellenform sämtlicher Oszillatoren. Dabei wird kontinuierlich von Sinus nach Dreieck und Sägezahn bis zum Rechteck überblendet. Der Regler erzeugt einen Versatz zum CV-Eingang (Offset).

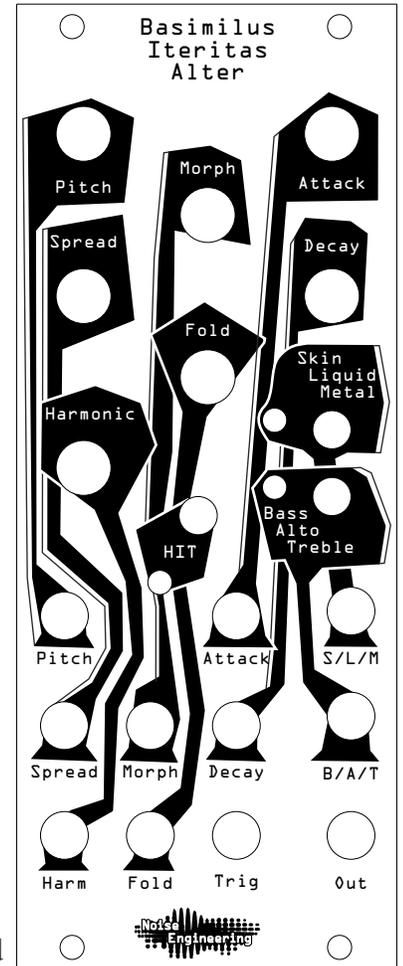
Fold

Der Fold-Regler und die zugehörige CV-Steuerung adressieren die Infinifold-Sektion. Für die ersten Dreiviertel des Regelwegs wird dabei der Schwellwert der Wellenfaltung justiert. Diese Schaltung ergänzt dynamisch weitere Stufen der Wellenfaltung, basierend auf dem Schwellwert und Signalpegel. Im letzten Viertel des Reglers wird ein Impulsmuster basierend auf dem Eingangssignal zugemischt, das für weitere Obertöne sorgt. Der Regler erzeugt einen Versatz zum CV-Eingang (Offset).

Harmonic

Der Harmonic-Regler und die zugehörige CV-Steuerung steuern den harmonischen Ausklang der Oszillatoren. Bei Linksanschlag ist nur ein Oszillator hörbar. Hiermit lassen sich einfache analoge Bassdrums simulieren. Mit Aufregeln dieses Parameters werden zusätzliche Obertöne für eine längere Zeitdauer ergänzt. Der Regler erzeugt einen Versatz zum CV-Eingang (Offset).

Bei Linksanschlag wird ein einzelner harmonischer Ton wiedergegeben. Von hier bis zum ersten Viertel des Regelwegs wird ein zweiter Ton eingeblendet. Der folgende Regelbereich erweitert zunächst die Abklingdauer und erhöht anschließend die Lautstärken der ergänzenden vier Obertöne.



Bedienoberfl

Spread

Der Spread-Regler und die zugehörige CV-Steuerung kontrollieren den Frequenzabstand zwischen den Oszillatoren. Mit diesem Regler wird die Anordnung der Obertöne von vollständig harmonisch bis hin zu explizit disharmonischen Einstellungen variiert.

Skin/Liquid/Metal

Der Modusschalter wählt zwischen drei Betriebsarten. Bei Skin handelt es sich um einen additiven Synthesizer mit sechs Oszillatoren, der sich für tonale Klänge eignet. Bei Liquid handelt es sich um einen additiven Synthesizer mit sechs Oszillatoren mit ergänzender Tonhöhenhüllkurve, die für zusätzlichen Schwung sorgt. Bei Metal handelt es sich schließlich um einen FM-Synthesizer mit sechs Operatoren, der geräuschhafte und fremdartige Klänge erzeugen kann. Die Einstellung kann über eine Steuerspannung in den zugehörigen S/L/M-Eingang kontrolliert werden.

Bass/Alto/Treble

Der Range-Schalter versetzt die Tonhöhe in Relation zum Bass-Modus um zwei Oktaven (Alto Modus) oder vier Oktaven (Treble Modus). Diese Einstellung lässt sich über eine Steuerspannung an der Buchse B/A/T fernsteuern.

Trigger

Über den Trigger-Eingang wird der Start des Drumsounds ausgelöst.

Hit

Ein manuelles Auslösen des Triggers am Basimilus Iteritas Alter ist über die Hit-Taste möglich.

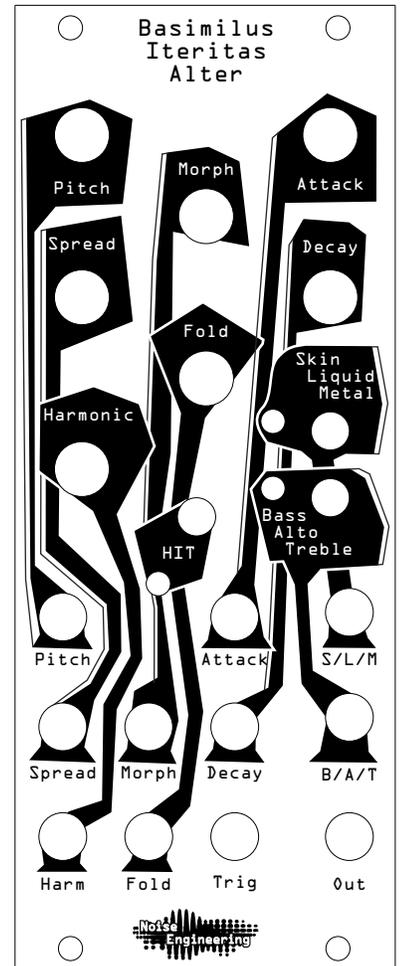
Ausgang

Der Ausgang liefert ein niederohmiges Audiosignal. Dabei variiert das Ausgangssignal deutlich in Abhängigkeit von den Parametereinstellungen, wird aber im Pegel kompensiert.

Eingangsspannungen

Alle CV-Eingänge reagieren auf einen Regelbereich von 0 bis 5 Volt. Ausgenommen ist der Pitch-Eingang, der einen Hub von 0 bis 8 Volt gestattet.

Die Trigger-Eingänge reagieren auf eine aufsteigende Flanke mit etwa 3 Volt.



Klangerzeugung

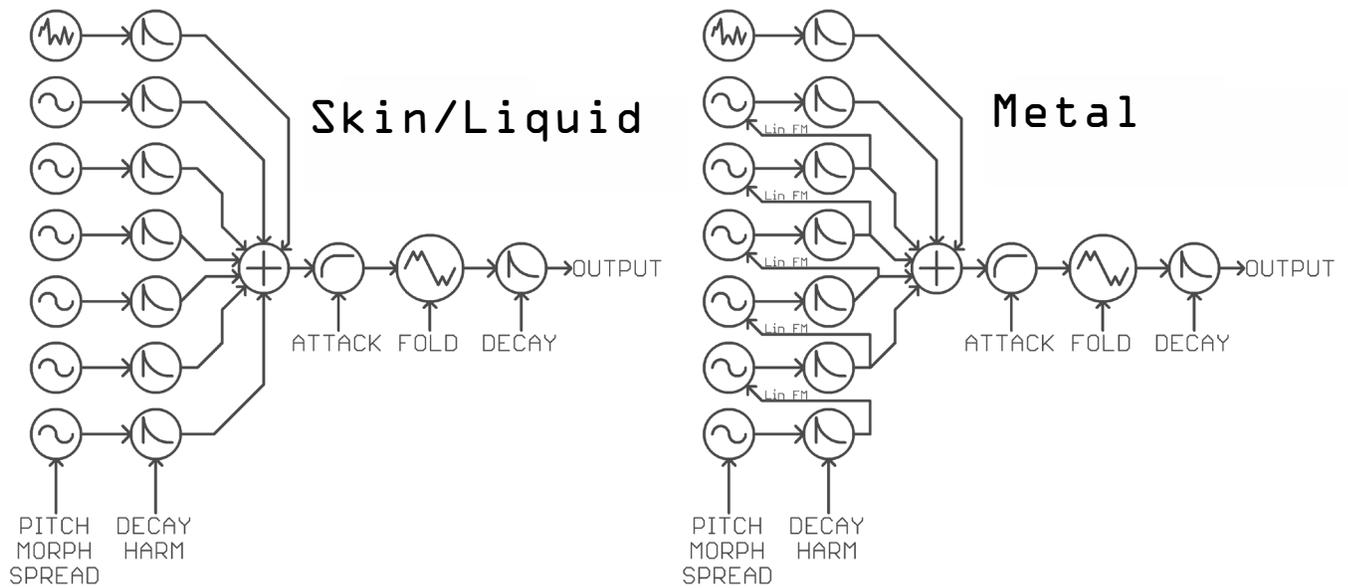
Basimilus Iteritas Alter nutzt sechs tonale Oszillatoren und einen Rauschoszillator, die in drei Konfigurationen zur Klangerzeugung verschaltet werden können.

Bei der Einstellung SKIN handelt es sich um einen einfachen additiven Synthesizer, der Instrumente mit mehreren nicht interagierenden Moden simuliert. LIQUID entspricht der Einstellung Skin, nutzt aber eine Tonhöhenhüllkurve für alle Oszillatoren. Die Tonhöhe des ersten Oszillators wird über den Tonhöhen Eingang (Pitch) bestimmt. In der Einstellung METAL werden die Oszillatoren miteinander moduliert, um Instrumente mit prägnanten modalen Interaktionen zu simulieren. Der Regler SPREAD steuert die Tonhöhe der fünf weiteren Oszillatoren in Relation zur Basistonhöhe.

Jeder Oszillator verfügt über eine eigene Hüllkurve, die über die Parameter ATTACK, DECAY und HARM gesteuert wird. Auch die Hüllkurve des Rauschens wird über den Regler ATTACK beeinflusst.

Die Oszillatoren werden zunächst zusammengefasst. Anschließend wird die ATTACK Hüllkurve auf das Summensignal angewendet. Von hier gelangt das Signal in eine Threshold-Reflection-Einheit zur Wellenfaltung mit Pegelkompensation und der Fähigkeit, dynamisch zusätzliche Faltungsstufen zu ergänzen. Bei sehr hohen Einstellungen fügt die Faltungssektion dem Signal einen exponentiell abklingenden Puls an den lokalen Minima und Maximal hinzu und damit ein raues Brummen.

Der letzte Schritt der Signalbearbeitung ist eine weitere Hüllkurve. Diese Hüllkurve wird aus der Kurvenform der sechs Oszillatorhüllkurven abgeleitet. Sie kompensiert damit die Dynamikverluste, die bei der Wellenfaltung auftreten können und stellt sicher, dass das Ausgangssignal auch bei extremen Einstellungen druckvoll klingt.



Vereinfachtes Diagramm der Klangerzeugung

Variable Abtastfrequenz

Basimilus Iteritas Alter arbeitet mit einer Abtastfrequenz, die ein Vielfaches des tiefsten Oszillatorgrundtons darstellt. Auf diese Weise wird die Hauptenergie der Aliasverzerrungen auf ein Vielfaches des Grundtons verlagert. Resultierend passen sich auch die Aliaseffekte an die Obertöne des Klangs an. Dieses Verfahren arbeitet in überzeugender Weise mit Einstellungen, die einen hohen Obertongehalt aufweisen (Spread-Parameter auf Links- oder Rechtsanschlag) und fügt anderen Klängen einen einzigartigen Charakter in Form von Aliasverzerrungen hinzu.

Stimmkalibrierung

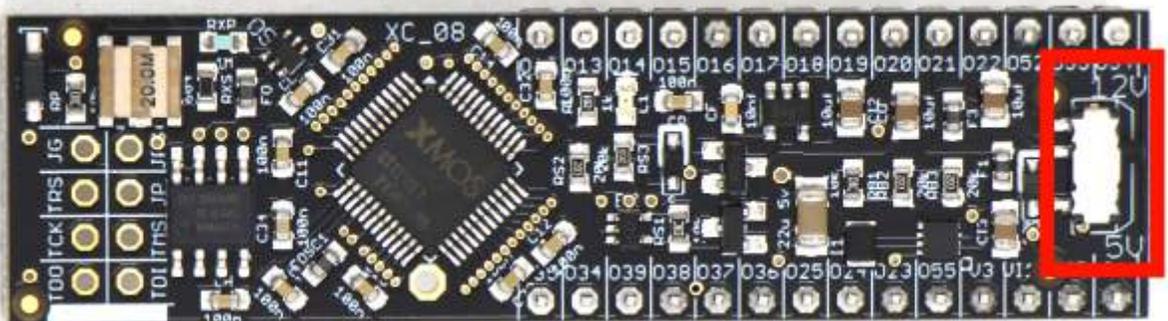
Basimilus Iteritas Alter wird ab Werk kalibriert und sollte keinerlei Einstellungen bedürfen. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass das Trimpotentiometer versehentlich verstellt wurde und somit einer nachträglichen Justierung bedarf, führen Sie die folgenden Schritte zur Kalibrierung des Moduls aus:

Die Tonhöhenkalibrierung erfolgt über ein lineares Netzwerk von Widerständen und Spannungsteilern. Um die Tonhöhe zu kalibrieren, nutzen Sie ein Voltmeter (Vorzugsweise mit mindestens vierstelliger Anzeige) an den Testpunkten CAL und GND auf der Rückseite und justieren Sie das Trimpotentiometer.

Die gemessene Spannung sollte der Eingangsspannung am CV-Eingang multipliziert mit dem Faktor $0,3125$ ($5/16$) entsprechen. Ein vernünftiger Weg zur Stimmung der Skala ist der Einsatz einer justierbaren Spannungsquelle, die einen Ausgang von 4 Volt generiert. Stellen Sie das Trimpotentiometer zur Stimmung so ein, dass an den Testausgängen ein Wert von $1,2500$ Volt anliegt. Basimilus Iteritas lässt sich ebenfalls über eine Referenzspannung in Kombination mit einem Stroboskop (beispielsweise Peterson 490) auf ein Oktavintervall justieren. Die Referenzspannung muss in Lage sein, eine Differenz von 1 Volt zu generieren. Diese Methode ist der reinen Messung über ein Voltmeter vorzuziehen.

Stromversorgung

Basimilus Iteritas Alter kann seine Stromversorgung über die 5-Volt-Schiene des Eurorack beziehen, um Rauschen und Last auf der 12-Volt-Schiene zu reduzieren. Schieben Sie den entsprechenden Schalter am Modul sanft in die Richtung der gewünschten Spannungsversorgung.



Produkte und Hinweis Design

Basimilus Iteritas begann seinen Weg als ein gänzlich anderes Produkt. Ich hatte Stefan Bilbaos Werk Numerical Sound Synthesis gelesen und dachte über den Bau einer Trommelsimulation nach, die auf einer Reihe numerischer Oszillatoren bestehen sollte. Ich betrachtete die Spektrogramme unterschiedlicher Bassdrums und entschied mich für einen Oszillator pro Mode und die Möglichkeit, interessante interaktive Modulationen zwischen den Oszillatoren zu gestatten.

Bereits wenige Stunden in der Softwaresimulation des Prototyps zeigten, dass es sich keinesfalls um ein einfaches Projekt handeln würde. Die Implementation numerischer Oszillatoren weist in der Praxis eine Reihe von Problemen und Stolperfallen auf, in die ich selbstverständlich fiel. Ich verstand diese Schwierigkeiten jedoch als Chance für weitergehende Überlegungen und fragte mich „Wie würde diese Aufgabe auf analoger Ebene umgesetzt?“ Meine Antwort auf diese Frage war „Konstruiere einen vergleichbaren Klang aus zahlreichen Elementen, die jeweils leicht umsetzbar sind!“ Diese Erkenntnis führte mich direkt zu einer simplen additiven Wavetable-Architektur mit exponentiellen Hüllkurven und Rauschen. Jeder Oszillator steht dabei für eine Mode des Drumsounds. Ein bisschen ironisch ist dabei, dass die analogen Oszillatoren, die für analoge Bassdrums eingesetzt werden, sich eher an der numerischen Methodik orientieren als einer additiven Wavetable-Architektur, die letztlich zum Einsatz kam. Diese neue Architektur war bestens für eine Parametrierung nach musikalischen Vorgaben geeignet und unterscheidet sich damit von den üblichen Termini, nach der numerische Modelle verlangen. Selbst vergleichsweise einfache Dinge wie die Tonhöhe können mit den Methoden von Bilbao trickreich umzusetzen sein.

Die Hardware-Entwicklung des Basimilus Iteritas verlief angenehm frei von Komplikationen. Es existieren lediglich drei Revisionen der Platine, wobei die beiden letzten Versionen abgesehen von geringen Änderungen im Bereich AD-Wandlung zum Schutz vor Überspannungen quasi identisch ausfielen.

Die Prozessor-Tochterplatine wurde mit dem Ziel entwickelt, für eine breite Auswahl in zukünftigen Modulen nutzbar zu sein. Sie setzt auf einen XMOS XS1 Prozessor, der zu einem attraktiven Preis eine erstklassige Mischung aus Rechenleistung und Flexibilität bietet. Basimilus Iteritas wurde in XC und C unter Einsatz von XMOS IDE programmiert. Der Algorithmus wurde in C# und C in Form einer Windows-Software als Prototyp umgesetzt, um die gewünschte Parameterauswahl flexibel testen und verändern zu können.

Die interne Signalverarbeitung arbeitet mit 8.24-Fixpunkt-Arithmetik, quantisiert auf 16 Bit für den DA-Wandler (TI 8411). Basimilus Iteritas nutzt eine dynamisch justierbare Abtastfrequenz, um das Aliasing in ein kontrollierbares Verhältnis zur Grundtonhöhe der Drumsounds zu bringen und damit eine musikalischere Nutzbarkeit zu erreichen. Bei den Oszillatoren handelt es sich im Prinzip um Wellensätze (Wavetables). Allerdings werden diese in Echtzeit ausgewertet, um durch den MORPH-Regler gesteuert werden zu können. Sie haben einen Schwingungszyklus von 65536 Samples, werden aber abhängig von der Oktavlage in unterschiedlicher Intensität dezimiert. Bei dem Rauschgenerator handelt es sich um einen einfachen linearen Kongruenzgenerator, der entsprechend der regulären Oszillatoren abhängig von der Oktavlage dezimiert wird. Die Einstellung METAL liefert klassische Klänge der Achtziger nach dem Motto „Wer stört sich schon an Aliasing?“ – Frequenzmodulation in voller Pracht.

Produkte und Hinweis Design

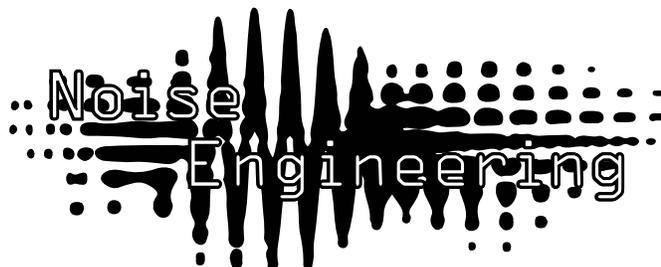
Analoge Drumsounds klingen großartig, wenn diese mit einer Wellenfaltung versehen werden. Entsprechend war ein solcher Zusatz eine nahe liegende Ergänzung. Ein Vorteil bei der Umsetzung der Wellenfaltung auf digitaler statt analoger Ebene ist die freie Verfügbarkeit anderer Sektionen. Basimilus Iteritas ergänzt diverse Wellenfaltungen und sorgt gleichzeitig für einen bestmöglichen Erhalt der Obertöne. Gleichzeitig werden die Pegeländerungen, die während der Wellenfaltung auftreten, sauber kompensiert. Als letzte Politur wird die übergreifende Hüllkurve nochmals nach der Wellenfaltung angewendet, um Dynamik zurückzugewinnen. Während der Wellenfaltung büßt das Signal Dynamik ein. Dennoch kann hier eine Bassdrum, die mit massiver Faltung versehen wurde, wieder perkussiv und druckvoll arbeiten.

Die wahre Komplexität des Klangbilds ergibt sich durch den Einsatz der Regler HARM und SPREAD. SPREAD ist vergleichsweise einfach konzipiert: Hier werden die Intervalle zwischen den Drum-Moden in Form einer harmonischen Obertonreihe als Primzahlenfolge justiert. HARM ist etwas komplexer aufgebaut: Hier werden die Decayzeiten und Lautstärken der Oszillatoren angepasst, um ein breites Spektrum tonaler Strukturen zu erschaffen. Zielstellung war die Möglichkeit, analog-verwandte Drumklänge mit einem oder zwei Tönen erzeugen zu können, Drumsounds mit hoher modaler Kraft, die schnell abklingen aber auch Drumsounds, deren Moden lang ausklingen können.

In den zwei Jahren, in denen Basimilus Iteritas sein Unwesen in der freien Wildbahn trieb, hatten sich eine Reihe von Verbesserungsmöglichkeiten des Schaltungsaufbaus gezeigt. Als Konsequenz der fortschreitenden Verbesserungen im Entwicklungsprozess wurde es notwendig, die Prozessorplatine des Original-Basimilus zu wechseln. Hieraus wiederum ergab sich die Möglichkeit einer tiefer greifenden Umgestaltung.

Die wohl größte einzelne Veränderung war das Hinzufügen der Liquid-Betriebsart. Der Einsatz von Tonhöhen-Hüllkurven ist eine offensichtliche Anwendung für eine Konstruktion wie Basimilus. Eine solche Modulation wird oft durch eine externe Hüllkurve vorgenommen. Chris Randall schickte mir einen Neuron zum Test. Sehr schnell begriff ich, wie viel Spaß das Experimentieren mit Tonhöhenkurven machen würde. Der Prototyp entstand binnen weniger Stunden und wurde für eine Implementation in der anstehenden Hardware-Revision eingeplant.

Ich hoffe, dass Sie ebenso viel Spaß beim Einsatz mit Basimilus Iteritas Alter haben, wie ich bei der Konstruktion des Moduls!



Danksagung

Kris Kaiser
Shawn Jimmerson
Christopher Randall
William Mathewson
Mickey Bakas
Tyler Thompson
Alex Anderson

