

# Pygmalion und die Musik entäußerter Gehirne

Jan Beuerbach

»Ah! Encore moi.«  
Jean-Jacques Rousseau, *Pygmalion*

»To say the thing I made I did not make and  
is not mine.«  
Richard Powers, *Galatea 2.2*

Im Scheinwerferlicht steht eine raumgreifende schwarze Apparatur, skulptural, der gewundenen Form eines Schalltrichters alter Grammophone nicht unähnlich, die Röhre schneckenförmig in sich zurückgebogen. Aus der beleuchteten Öffnung quellen hunderte Kabel, verschaltet zu dem, was der Künstler Guy Ben-Ary »the world's first neuron-driven synthesizer«<sup>1</sup> nennt. Denn die Kabel führen nicht nur in die Kanäle des Synthesizers, sondern durch ein Interface in eine Petri-Schale hinein, in der sich ein intaktes neuronales Netz befindet, das auf elektrische Signale der Umgebung reagiert und eigene Signale aussendet. Das Zellgeflecht in der Nährlösung besteht aus biologisch transformierten Hautzellen des Künstlers, umgewandelt in funktionstüchtige Neurone und sorgsam kultiviert auf einem sensorischen Raster von Elektroden.<sup>2</sup> Diese Apparatur beherbergt so etwas wie ein Gehirn, das sich anschickt, gemeinsam mit Musiker\*innen zu improvisieren.<sup>3</sup> Sie trägt den Namen *cellF* – und der Gleichklang mit dem englischen »self« markiert, dass hier eine bedeutsame Reflexion auf das »Ich« des Künstler-Subjekts eingeleitet wird. So wie Installationen nach Rebentisch »weniger Werke, denn Modelle

ihrer Möglichkeit«<sup>4</sup> sind, lässt auch die komplexe Inszenierung, die uns Ben-Ary mit *cellF* vorlegt, eine spezifische Konstellation neurologischen Wissens, technischer Verfügbarkeit, musikästhetischer Entscheidungen und gesellschaftlicher Imaginationen sichtbar werden.

Dass wir überhaupt eine Beziehung zwischen dem Zellhaufen und dem Künstler herstellen, ist das Resultat einer langen Entwicklung in der Erforschung des Gehirns. Nicht schon immer haben die Menschen ihr Selbst unmittelbar unter der Schädeldecke vermutet. Für Aristoteles war dieses merkwürdig graubraune Organ lediglich eine Kühlvorrichtung für das Blut, während er das Herz als »Zentralorgan der Lebendigkeit«<sup>5</sup> und Vermittlungsinstanz der Wahrnehmungen betrachtete. Auch gab es bei ihm noch keine Nerven. Die Kohärenz der Empfindungen und Gedanken der Seele band er physiologisch an das Pneuma, ein spekulativer Stoff, dem die Hirnphysiologen als »Spiritus animalis« bis in die Neuzeit hinein nachspüren wollten.<sup>6</sup> Der mittelalterlichen Vorliebe für Alchemie folgend, wurde die Denktätigkeit in der Gehirnflüssigkeit lokalisiert, nicht in dem Organ selbst. Erst Descartes machte in seinem mechanistischen Weltbild einen anatomischen Ort für das Selbstbewusstsein, dem selbstidentischen *Cogito*, aus – die Zirbeldrüse.<sup>7</sup> Hier wanderte nun ein als mentale Einheit verstandenes Ich erstmals in das Gehirngewebe. Es war im Übrigen auch Descartes, der die Nerventätigkeit im Sinne einer musikalischen Metapher fasste: Erregungszustän-

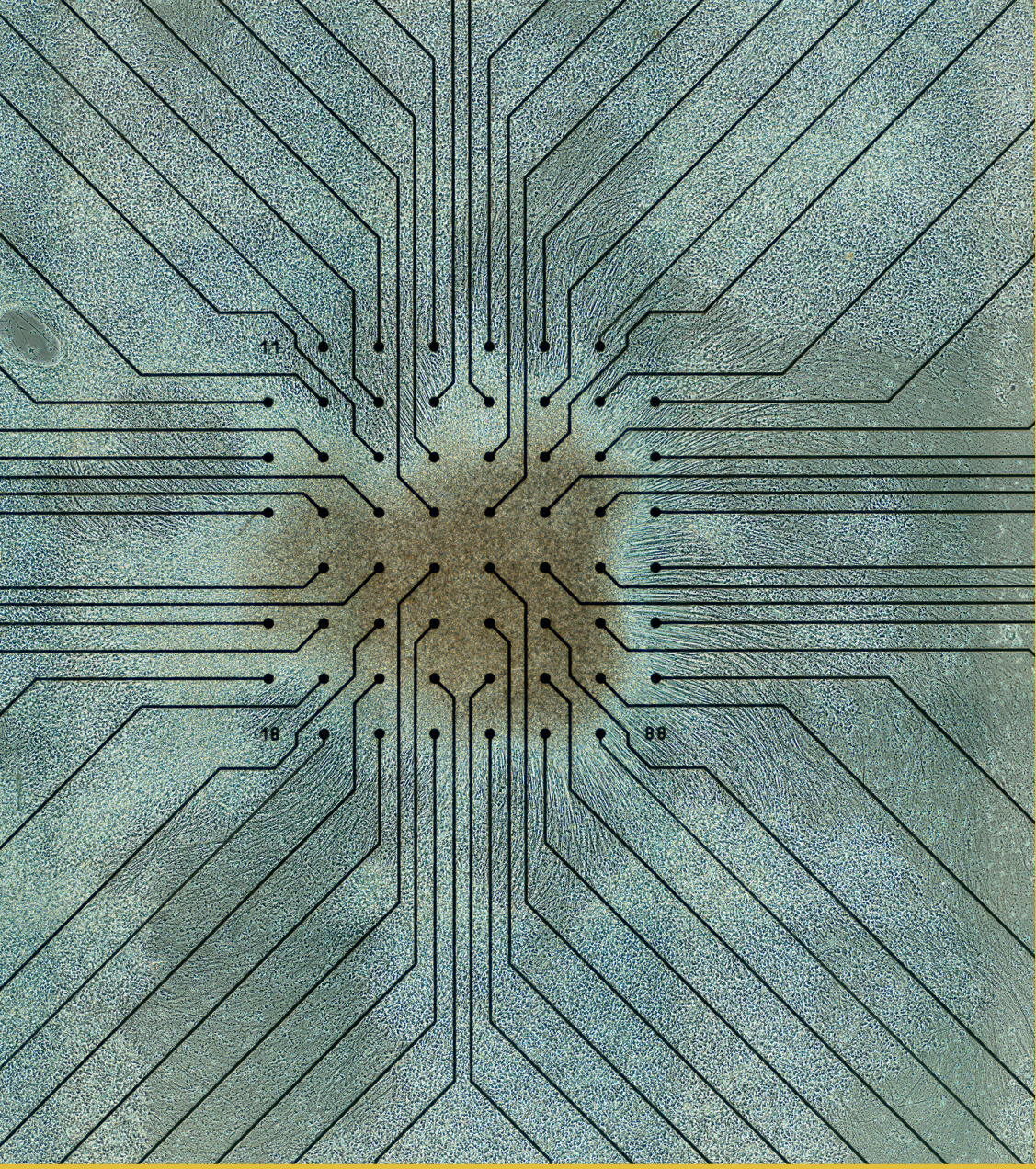


Entnahme der körpereigenen Zellen © Guy Ben-Ary

de des Menschen funktionieren wie das Spielen einer Orgel, dem Synthesizer des Barock. Äußere Eindrücke lösen, wie der Orgelspieler, Reize aus, die Lebensgeister durch das Herz (Blasebalg), in das Gehirn blasen und dort, den Tönen an den Pfeifenköpfen gleich, Empfindungen auslösen.<sup>8</sup> Für La Mettrie hingegen entsprach das Gedächtnis einem automatischen Cembalo.<sup>9</sup> Erst mit der Entdeckung der Elektrizität und der Wirkung elektrischer Spannung auf Nervenenden konnte sich die Hirnphysiologie von mechanistischen Erklärungen lösen und entwickelte die Vorstellung des Gehirns als Schaltzentrale.<sup>10</sup> Auch Ben-Ary

und seine Kollegen bauen ihr vollständig analoges Setup von *cellF* auf dem Wirkprinzip elektrischer Erregbarkeit der kultivierten Nervenzellen auf.

Die kuriosen Vorstellungen vergangener Jahrhunderte ergaben sich aus dem kniffligen Umstand, dass man das Hirn, anders als das Herz, nicht in Aktion betrachten konnte. So sehr man auch an den Gehirnen herumoperierte, man konnte nur von außen auf das Gehirngewebe schauen, nicht aber ins Innere seiner molekularen Tätigkeit. Erst die Elektrizität ebnete den Weg für eine Sichtbarmachung von Hirnaktivität – vermittelt durch das EEG, der von Hans Berger in den 1920er



Neuronen, die über die MEA-Schnittstelle wachsen © Guy Ben-Ary

Jahren entwickelten Elektroenzephalografie. Die Möglichkeit einer elektronischen Hirnschrift löste einen ersten großen Hype der Neurowissenschaften aus und nährte Fantasien von Gedankenübertragung und der Entschlüsselung letzter Rätsel unseres Bewusstseins.<sup>11</sup> Wenngleich als diagnostisches Werkzeug auch heute noch unverzichtbar, ist der Output eines EEGs jedoch zu unspezifisch, um Denkinhalte darzustellen. Es ist lediglich

möglich, Gehirnaktivität im Ganzen zu messen, lassen sich doch verschiedene Muster von Spannungskurven bestimmten Bewusstseinszuständen zuordnen.

Genau diesen Effekt macht sich Alvin Lucier in seinem vieldiskutiertem *Music for Solo Performer* zu Nutze. In dem erstmals 1965 aufgeführten Stück sitzt Lucier (respektive der Solo Performer) mit Elektroden an seinen Schläfen auf der Bühne. Die

Elektroden nehmen EEG-Daten ab und senden die Signale durch Filter und Verstärker an im Raum verteilte Lautsprecher, auf denen Perkussionsinstrumente liegen. Wird nun ein Bewusstseinszustand der Entspannung erreicht, sodass das

\*

Bezog die Neurologie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts seine Metaphern aus der Welt der Elektrizität, fand sich mit dem Aufschwung der

### Das Gehirn des Performers steht in dieser theatralen Szene im Vordergrund. Wenngleich es selbst nicht sichtbar ist.

Gehirn sogenannte Alphawellen von 8-13Hz emittiert, beginnen die Lautsprecher zu vibrieren und die Schlaginstrumente zu klingen. Die Technik des Biofeedback, die auch Piloten zum Trainieren ihrer Konzentrationsleistung verwenden, ist das zentrale Element dieser geradezu theatralen Aufführung. Der Performer muss regungslos verharren, die Augen möglichst geschlossen, um einen mentalen Ruhezustand einzuleiten.<sup>12</sup> Im selben Maße, wie diese zurückgenommene Inwendung vom Performer keine sichtbare Handlung verlangt und damit gewöhnliche Konzertpraxis konträrkariert, vollzieht sich eine mehr oder weniger bewusst gesteuerte Synchronisationsleistung von Ich, Gehirn und Technik, die in der Phase der Überlagerung sonifiziert wird.<sup>13</sup> Das Gehirn des Performers steht in dieser theatralen Szene im Vordergrund. Wenngleich es selbst nicht sichtbar ist, entäußert und verräumlicht es sich vermittels der Apparatur aus Kabeln, Verstärkern, Lautsprechern und Percussions – das elektrifizierte Gehirn der Neurologie wird klanglicher Körper einer musikalischen Situation um das Drama des Geistes. Die zentrale Rolle des kontemplativen Gehirns ist dabei ein Inszenierungseffekt des Stücks, das für sein klangliches Funktionieren nicht nur auf eine speziell kalibrierte technische Infrastruktur, sondern auch auf Assistenten angewiesen ist, die Lautsprecher verschieden arrangieren, präparieren und ansteuern.<sup>14</sup> Im Nullpunkt der meditativen Selbstauflösung bleibt das Performer-Gehirn aber doch als *tonangebende* Einheit erhalten.

Informationstechnologie ein neues, ungeheuer wirkmächtiges Bild für unseren Denkapparat: der Computer. In der Hochphase der Kybernetik geriet die Analogie sogar zur Identitätsbehauptung, da angenommen wurde, das Gehirn funktioniere nach denselben logischen Regeln, wie die immer leistungsstärkeren Rechner.<sup>15</sup> Statt Denkinhalte nur entziffern zu wollen, wie dies noch ein hermeneutisches Versprechen der EEG-Technologie war, erhielt nun die Vorstellung, Gehirne nachbauen zu können, imaginativen Anschub. Die zeitgenössische Erforschung künstlicher Intelligenz und maschinellen Lernens führte diesen Traum unter gewaltigem Einsatz von Rechenleistung (und Strom) fort und harrt dem Moment technischer Singularität, in der die künstliche die menschliche Intelligenz übertreffen, die Schöpfung ihre Schöpfer\*innen überbieten wird.

In der Forschung hat man mittlerweile erkannt, dass die Nervenzellen des Gehirns in einem komplexen Netzwerk über Synapsen miteinander verbunden sind, sodass mehrere Reize weitergeleitet und verteilt verarbeitet werden können. Bei wiederholter Erregung von Neuronen differenzieren sich bestimmte Bahnungen des Netzwerks aus und werden verstärkt – das Gehirn ist also plastisch, veränderbar und es lernt.<sup>16</sup> Mit künstlichen neuronalen Netzen (KNN) versucht man diesen Prozess mit mathematischen Funktionen nachzuahmen. KNNs sind, anders als klassische Computer, in der Lage mehrere Reize gleichzeitig zu verarbeiten und sie können auf Muster trainiert

niert werden. Die Firma Intel baute 1989 mit dem ETANN einen ersten analogen Chip mit 10240 Synapsen und goss damit eine Gehirnstruktur in Silizium.<sup>17</sup> Auf Basis dieser Technologie entwickelte David Tudor (auf den sich Ben-Ary bezieht) ab 1989 zusammen mit Ingenieuren seinen neural-network synthesizer, der Grundlage für seine Werkreihe *Neural Synthesis* ist.

### Die Zellmasse scheint sich eher mit kontinuierlicher Bespielung zu entwickeln, auch immer wieder Momente bereitzuhalten, die ein plötzliches Ausbrechen markieren, ohne dabei bloßer Zufallsgenerator zu sein.

Tudor, der vor allem als Interpret (oder Medium) der Cage'schen Klavierstücke bekannt ist, hatte schon früh mit den Soundqualitäten elektronischer Apparate experimentiert und konzentrierte sich ab den 60ern zunehmend auf Verschaltung und Eigenbau zahlreicher elektronischer Filter und Geräte. Mit seinem Werk *Bandoneon!* gelingt ihm erstmals eine Kombination von Geräten, das nach eigenen Aussagen »a life of its own« entwickelt: »And that's when it occurs to me, it's I who have done that, [...] I have given life to this configuration.«<sup>18</sup> Der lebensspendende Konfigurator löst sich in der Performance jedoch zugleich in der Apparatur auf, folgt der Emergenz von Klängen und Soundeffekten aus der verschalteten Struktur. Das aleatorische Moment wandert in die Gerätschaft ab, womit diese nicht mehr als bloßes Mittel behandelt wird, sondern sich selbst zeigen soll. »The circuit [...] becomes the score«<sup>19</sup>, so die Leitlinie der Composers Inside Electronics, wie eine Gruppe um Tudor sich nennt. Der Rückgriff auf den ETANN-Chip in *Neural Synthesis* setzt diese Logik konsequent fort. Nicht nur die unkontrollierbare Überlagerung von Spannungseffekten leitet hier die akustische Situation an, sondern ein integriertes KNN, das sich aufgrund der Inputsignale transformiert und unkontrollierbare Komple-

xität entwickelt. Blieb bei Lucier das Gehirn des Performers nur lautlich-räumliches Anzeichen in einer Vermittlungsapparatur, interagieren in *Neural Synthesis* zwei neuronale Netze miteinander, ein elektrotechnisch entäußertes und ein menschliches innerliches. In jeder Performance realisiert sich diese Synthese aufs Neue und macht eine kompositorische Partitur, die über das technische

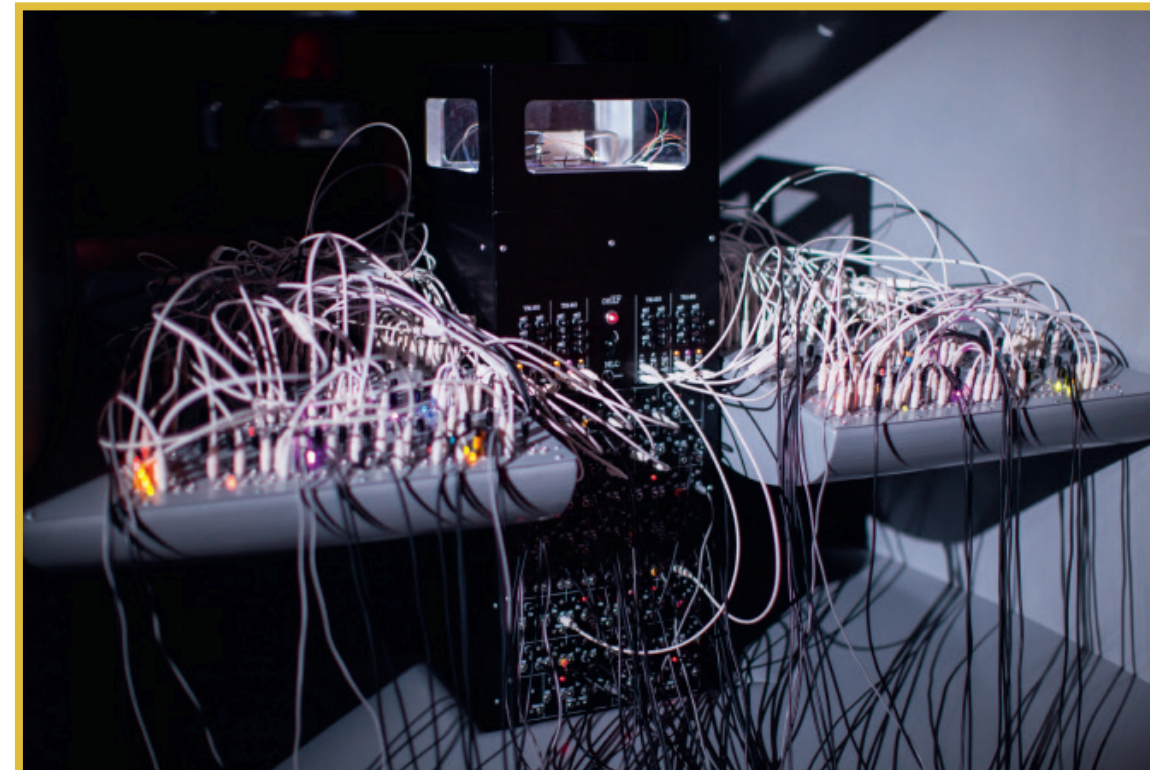
Setup hinausgeht, unnötig. Tudor selbst wird zur Funktion dieser Installation, als »collaborator, diplomat and wayward«<sup>20</sup> oder als »learner, pattern-recognizer and responder«<sup>21</sup> – zumindest so lange sich der Traum der Ingenieure\*innen noch nicht verwirklicht hat, dass KNNs so intelligent werden, selbst bestechendere Soundentscheidungen als ihre Schöpfer\*innen zu treffen. »Until then«, so der beteiligte Ingenieur Forrest Warthman, »there is no substitute for David«<sup>22</sup>. Eine Prognose, die auch Tudor selbst beschäftigte: »When things are really lively, it makes me want to get up and leave the table and let it play.«<sup>23</sup>

\*

Und mit diesem Abtreten des Künstlers sind wir wieder bei *cellF* angelangt. Anstelle eines Chips, der biologische Prozesse simuliert, finden wir hier lebendiges Zellmaterial mit metabolischer Funktionalität vor – Wetware. Im 21. Jahrhundert ist das Denken in Netzwerken dank der Ausbreitung des Internets nach wie vor dominant, Gehirne werden aber nur noch selten mit Computern gleichgesetzt.<sup>24</sup> Dies hat auch mit dem Aufschwung der Lebenswissenschaften seit den 70er Jahren zu tun, die uns die Komplexität biochemischer Prozesse

lehrt, welche in (bisherigen) KNNs nicht abbildbar ist. Gentechnik und Zellbiologie jedoch haben Verfahren entwickelt, die das Arbeiten mit und Transformieren von Zellen so handhabbar macht, dass auch Künstler\*innen mit ihnen laborieren können. Seit den 90ern gedeiht die Kunstgattung der Bio-Art in bestimmten Nischen der Artosphäre, wobei mit *SymbioticA – Centre of Excellence for Biological Arts* der University of Western Australia sogar ein dezidiertes Forschungsinstitut entstanden ist, an dem Ben-Ary sein Projekt entwickelte. Er hatte bereits zuvor mit Gehirnzellen gearbeitet (*MEART*, 2000; *In-Potentia*, 2008), *cellF* ist jedoch sein erstes Stück im Register der Musik. Ben-Ary

inszeniert dabei seinen neuron-driven-synthesizer *cellF* als autonome Bühnenautorität, die im Dialog mit anderen Künstler\*innen musiziert – »a cybernetic musician, a rock star in a Petri dish.«<sup>25</sup> Er selbst zieht sich hingegen vollständig aus der Performance heraus und wandert in die ausführliche Dokumentation des Entwicklungsprozesses auf der Website und der den Konzertakt begleitenden Ausstellung ab. Dem zeitgenössischen Paradigma des Artistic Research, nach dem Kunst selbst zu einer epistemischen Praxis wird, folgend, veröffentlicht Ben-Ary mit seinen Kollaboratoren Paper im wissenschaftlichen Duktus und Fotografien, auf denen die Laborarbeit festgehalten ist.



Das neuronale Interface © Guy Ben-Ary

Ohnehin wird die Kollaboration unterstrichen: »artists, musicians, designers and scientists«<sup>26</sup> werden namentlich genannt und arbeiten zusammen, um die interdisziplinäre Aufgabe einer biomedialen Installation zu meistern, die einem »continual battle«<sup>27</sup> gleichkommt. Die Allüren des biokybernetischen Rockstars ergeben sich aus der

Performances im Zusammenspiel mit nicht-elektronischen Geräten etwas besser, da sich die Laute aus der Maschine von denen der Menschen genauer unterscheiden lassen. Die Musiker\*innen beginnen meist zaghaft, eigene Klänge zu produzieren und auszuforschen, wie *cellF* auf bestimmte Sounds wohl reagieren mag. Interessanterweise

## Der Künstler wird zum Gewebespende, der einen kollaborativen Forschungsprozess begleitet und der Performance der eigenen Kreatur zuschaut.

Sensibilität biologischen Materials, das nur unter spezifisch kontrollierten Bedingungen wachsen kann und zudem zahlreicher gesetzlicher Auflagen für genmanipuliertes Material unterworfen ist. Schon dieser Umstand lässt *cellF* über den Status eines bloßen Instruments hinauswachsen. Der große schwarze Container auf der Bühne unterstreicht die Prekarität des darin eingehausten Gewebes, das zugleich geschützt und zurückgehalten werden muss.

Und tatsächlich: lauscht man den verschiedenen Performances, so scheint es mal ein sanftes, knisterndes Einverständnis, mal ein exaltes, schrill-übersteuertes Auflehnen der Zellschicht zu geben, die da mit den improvisierenden Musiker\*innen interagiert.<sup>28</sup> Die Musiker\*innen sitzen schräg zu *cellF* auf der spärlich beleuchteten Bühne. Dann wird die Verbindung zu den Zellen hergestellt, indem lapidar (und nicht von Ben-Ary selbst) ein Kippschalter umgelegt wird, der das System hochfährt. Dies lässt den Brutkasten, das organische Herz- bzw. Hirnstück der Apparatur, aufleuchten und ein stark übersteuerter Noise-Sound äußert sich, als hätte man *cellF* einem unbekanntem Traum entrissen und überrascht. Schnell stabilisiert sich das System zu einem dumpf-grollenden Schnurren von stark artifizieller Qualität, der das Grundrauschen der Lebensäußerungen von *cellF* zu sein scheint. Insofern funktionieren

spielt sich hier aber nicht einfach ein simples Schema von Aktion-Reaktion ab. Die Zellmasse scheint sich eher mit kontinuierlicher Bespielung zu entwickeln, auch immer wieder Momente bereitzuhalten, die ein plötzliches Ausbrechen markieren, ohne dabei bloßer Zufallsgenerator zu sein. »The only conceivable way of unveiling a black box, is to play with it«<sup>29</sup> – hinter die Kausalität der Lautäußerungen von *cellF* lässt sich ebenso wenig blicken, wie hinter die Antriebe der werten menschlichen Mit-Improvisator\*innen, auch wenn diese uns aufgrund ihrer Sozialisation vertrauter sein mögen. Im Zusammenspiel entstehen so verschiedene Dynamiken, in denen sich die Musiker\*innen und *cellF* vorsichtig beschnuppern, aneinander arbeiten oder sich in einem gemeinsamen *crescendo* gegenseitig aufpeitschen, wobei sich die besondere Spannung der gesamten Situation der inszenierten Anthropomorphisierung von *cellF* verdankt, der man sich kaum zu entziehen vermag.

\*

Die Reihe der Entäußerungen von Gehirnen, die wir hier verfolgt haben, läuft von einem ephemeren akustischen Raumgreifen (Lucier), über eine Teil-Entäußerung eines Strukturelements (Tudor) auf ein lebendiges Gegenüber hinaus, das aufgrund seiner biotischen Qualitäten Rätsel

aufwirft. Im gleichen Zuge ziehen sich die Künstler-Subjekte schrittweise zurück. Selbstverständlich sind das Sound-Design und die technischen Komponenten spezifisch kalibriert, um *cellF* überhaupt Töne zu entlocken. Die Unbestimmtheit geht aber über technische Störsignale hinaus und liegt in der Unwägbarkeit des Lebens selbst, in der Plastizität des externalisierten Gehirns. In diesem Sinne realisiert Ben-Ary nicht nur ein technisch komplexes Unterfangen auf der Höhe des wissenschaftlichen Forschungsstands, sondern erscheint zugleich als Echo einer Jahrtausende alten Mythe von der Belebung des Kunstwerks. Die Ovid'sche Geschichte des Künstlers Pygmalion, der (wohl-gemerkt aus Abweisung und Misogynie) aus Elfenbein eine Frauenstatue schnitzt, sich wegen ihrer Schönheit in sie verliebt und Venus um eine, dann auch gewährte, Belebung anfleht, erfährt selbst durch die europäische Geschichte hindurch mehrfache Metamorphosen.<sup>30</sup> Im 18. Jahrhundert wird der Mythos als melodramatisches Musiktheaterstück in der Version Rousseaus Ausdruck des Genie-Diskurses in der Kunst und Rousseaus erfolgreichstes Bühnenwerk. Hier kommt nun der Künstler völlig ohne göttliche Hilfe aus. Der in einer Schaffenskrise verzweifelte Künstler hat zu Beginn sein bestes Werk, die marmorne Statue Galathea verhüllt. Langsam lüftet er den Schleier, wird vom Schöpfer zum Betrachter und verfällt in der Betrachtung der eigenen Meisterleistung.<sup>31</sup> Er verzweifelt über seine Liebe, bis Galathea tatsächlich zum Leben erwacht und sich selbst mit einem zarten »Ich« [...] »Ich bin's« benennt und von der Umgebung, einer anderen Statue, unterscheidet: »Das ist nicht mehr ich.«<sup>32</sup>

Die Fantasie der Künstler\*in, das eigene Werk zu beleben, haben wir bereits bei Tudor gesehen und sie steht auch im Zentrum von *cellF*: »Ich gab dir mein ganzes Sein; nur noch durch dich will ich leben«<sup>33</sup>, so Pygmalion im letzten Satz des Melodrams, der auch aus der angespannten Miene

Ben-Arys auf dem Foto seiner Biopsie zu sprechen scheint. Aus dem Unterarm wurde ihm ein Stück Haut entnommen, eine Wunde wurde geschlagen, um daraus die Zellen des neuronalen Netzwerks von *cellF* zu schöpfen – ein zelluläres »self portrait«<sup>34</sup>, das jedoch ein Eigenleben entwickelt, dem Ben-Ary nur noch zuschauen kann. Der Künstler wird zum Gewebespende, der einen kollaborativen Forschungsprozess begleitet und der Performance der eigenen Kreatur zuschaut. Dieser Selbstverlust in der Entäußerung scheint ihm selbst nicht ganz geheuer: Betrachten wir nicht nur die Performance, sondern auch den gesamten dokumentarischen Anhang als Teil der Inszenierung, so fällt auf, dass »Pygmalion von Natur aus [leider] unfähig [ist], irgendetwas auszustellen, ohne zuerst darüber eine Vorlesung zu halten, um es zu erklären«<sup>35</sup> wie man mit einer weiteren Mythen-Metamorphose nach Bernard Shaws *Back to Methuselah* sagen könnte. Immer wieder wird in den ausführlichen Selbstdarstellungen der Paper erwähnt, »welche« Fragen dieses Stück »wie« aufwirft »by problematising the influence of current and emergent biotechnologies on the shifting forces that govern and determine life, death and sentience.«<sup>36</sup> Auf dieser Ebene erscheinen die Stücke Luciers und Tudors unbestimmter, verbleiben sie doch opak, ohne sich zu erklären, um sich damit ungeschützt dem ratlosen Staunen, der unkontrollierbaren Hingabe und kollaborativen Koproduktion betrachtender und lauschender Gehirne auszuliefern.●

1. Darren Moore, Guy Ben-Ary u.a., »cellF: A neuron-driven music synthesiser for real-time performance«, in: *International Journal of Performance Arts and Digital Media* 12 (1) (2016), S. 31–43, hier: S. 31

2. Die Hautzellen wurden Ben-Ary in einer Biopsie entnommen und dann in einem heute standardmäßigen Verfahren zunächst in pluripotente Stammzellen zurückverwandelt (iPSCs = induced pluripotent stem cells). Nach dieser Entdifferenzierung können die Zellen dann durch spezielle Medien in einem weiteren Verfahren wieder in eine spezifische Funktion, hier die der Neuronen, überführt werden. Diese Zellen sind *lebendig* und müssen daher kontinuierlich mit Nährflüssigkeit versorgt oder zur Lagerung kryogenetisch eingefroren werden.

3. Es handelt sich um ein neuronales Netzwerk von ca. 100.000 Zellen, was in etwa der Größe eines Hummerhirns entspricht. Ein menschliches Gehirn besteht aus etwa einhundert Milliarden Zellen, die in Trillionen von Synapsen miteinander verbunden sind.

4. Juliane Rebentisch, *Ästhetik der Installation*. Frankfurt am Main 2003, S. 15

5. Matthias Eckoldt, *Eine kurze Geschichte von Gehirn und Geist. Woher wir wissen, wie wir fühlen und denken*, München 2016, S. 29

6. Vgl. Erhard Oeser, *Geschichte der Hirnforschung. Von der Antike bis zur Gegenwart*. 2. Auflage. Darmstadt 2012

7. Vgl. Eckold (2016), S. 71ff

8. Vgl. James Croy Kassler, »Man – A Musical Instrument. Models of the Brain and mental functioning before the computer«, in: *History of Science* 22 (1984), S. 59–92, hier: 62f

9. Vgl. ebd. S. 76f

10. Die Schaltwerk-Metapher für das Gehirn entstammt der zunehmenden Elektrifizierung und Verdrahtung der Infrastruktur seit der Wende ins 20. Jahrhundert, die den materiellen Boden bereitet, auf dem sich die moderne Hirnphysiologie entwickeln kann. Schaltung, Telegraphenkabel, Strömung, Verdrahtung und Energiefluss sind wichtige konzeptuelle Metaphern der Neurowis-

senschaft in der ersten Hälfte des 20. Jh. Vgl. Cornelius Borck, *Hirnströme. Eine Kulturgeschichte der Elektroenzephalographie*, Göttingen 2013, S. 85–127

11. Vgl. Cornelius Borck, *Hirnströme. Eine Kulturgeschichte der Elektroenzephalographie*, Göttingen 2013, S. 127–135

12. Alvin Lucier sagt in einem Interview: »Yes, when I perform my brain wave piece, Music for Solo Performer (1965), it is essential to sit and try not to think of anything, because if you create a visual image in your mind your alpha will block. That's meditation, isn't it? So my experiences with meditation (and contemplation) prepared me for Solo Performer. The two go together very well.« (Andrea Miller-Keller u.a., *Alvin Lucier. A Celebration*, Middletown 2012, S. 27)

13. Straebel und Thoben weisen darauf hin, dass John Tilbury in seiner Performance des Stückes 1969 in London kaum einen Klang erzeugen konnte und es bloß das Störgeräusch der Apparatur zu hören gab, vgl. Volker Straebel u. Wilm Thoben, »Alvin Lucier's Music for Solo Performer: Experimental music beyond sonification«, in: *Organised Sound* 19 (2014), S. 17–29, hier: S. 19

14. Vgl. ebd., S. 23–27

15. Vgl. Eckold (2016), S. 189f

16. Dieser Prozess geht als Hebb'sche Lernregel in den Wissensbestand der Neurowissenschaften ein, vgl. dazu Donald Hebb, *The Organization of Behavior. A Neuropsychological Theory*, New York 1949, S. 62

17. Vgl. dazu Wikichip-Artikel: »ETANN - Intel«, auf: <https://en.wikichip.org/wiki/intel/etann>

18. David Tudor u. Teddy Hultberg, »I smile when the sound is singing through the space. An Interview with David Tudor by Teddy Hultberg in Dusseldorf May 17–18 1988«, auf: <https://davidtudor.org/Articles/hultberg.html>

19. Nicolas Collins, »Composers inside Electronics: Music after David Tudor«, in: *Leonardo Music Journal* 14 (2004), S. 1-3, hier S. 1

20. Ron Kuivila, »Open Sources: Words, Circuits and the Notation-Realization Relation in the Music of David Tudor«, in: *Leonardo Music Journal* 14 (2004), S. 17–23, hier S. 22

21. Forrest Warthman, »Notes for David Tudor: Neural Synthesis Nos. 6–9«, Label: Lovely Music, Catalog Number: LCD1602, 1999

22. Ebd.

23. Tudor/Hultberg (1988)

24. Vgl. dazu: Matthew Cobb, »Why your brain is not a computer«, *TheGuardian.com*, 27.02.2020, auf: <https://www.theguardian.com/science/2020/feb/27/why-your-brain-is-not-a-computer-neuroscience-neural-networks-consciousness>

Der Einsatz von Computertechnologie in der Neurowissenschaft ist ungebrochen: durch das neue Bildgebungsverfahren des MRT und im Zuge des *Human Brain Projects* werden unfassbar große Mengen an Daten über Hirnaktivität eingefahren, die bislang jedoch kaum interpretierbar sind. Diese Datenmassen sind das Material von Ryoji Ikedas Werk *data-verse*, das die Präzision heutiger Messbarkeit bei gleichzeitiger Überforderung des Begreifens ausstellt. (7.12.2019-29.03.2020 im Kunstmuseum Wolfsburg)

25. Moore/Ben-Ary u.a. (2016), S. 31

26. Ebd.

27. Ebd. S. 42

28. Der musikalischen Qualität kann hier wegen der Vielseitigkeit der verschiedenen Settings kaum Rechnung getragen werden. Auf bisher sechs Performances in Australien und Europa hat *cellF* bereits mit Darren Moore, Chris Abrahams, Ensemble Offspring, Jon Rose, Clayton Thomas, Mindy Meng Wang, Scott Tinkler, Okkyung Lee, Schneider TM, Stine Janvin, Rupert Huber, Lucas Abela, Cynthia Zaven, Širom, Alexei Borisov, Jaap Blonk und Han Bennink zusammen gespielt. Dabei kamen nicht-elektronische und elektronische Instrumente gleichermaßen zum Einsatz.

29. René Thom, *Mathematical models of morphogenesis*, Chichester 1983, S. 298

30. Vgl. dazu: Annegret Dinter, *Der Pygmalion-Stoff in der europäischen Literatur. Rezeptionsgeschichte einer Ovid-Fabel*, Heidelberg 1979; sowie Mathias Mayer u. Gerhard Neumann (Hrsg.): *Pygmalion. Die Geschichte des Mythos in der abendländischen Kultur*, Freiburg im Breisgau 1997

31. »Nein, meine Galathea möge leben und ich nicht sie sein. Oh, wäre ich stets ein anderer, um stets sie zu wollen, um sie zu sehen, sie zu lieben, von ihr geliebt zu werden... / *Außer sich: [...]*« Jean-Jacques Rousseau, »Pygmalion«, in: ders.: *Königin Grille und andere Kleinprosa*, Frankfurt am Main 1978, S. 87–98, hier: 95

32. Ebd., S. 98

33. Ebd.

34. Moore/Ben-Ary et al. (2016), S. 31

35. Bernard Shaw, *Zurück zu Methusalem. Ein metabiologischer Pentateuch*, Berlin 1922, S. 387

36. Moore/Ben-Ary et al. (2016), S. 41, vgl. auch: Guy Ben-Ary u.a., »Matters of Liveliness and Other Absurd Scenarios«, in: Ryszard W. Kluszczyński (Hrsg.), *NERVOPLASTICA. Guy Ben-Ary, Bio-Robotic Art and Its Cultural Contexts*, 2016 (Pre-Print Version auf: [http://guybenary.com/wp-content/uploads/2016/08/Matters-of-Liveliness-and-Other-Absurd-Scenarios\\_final.pdf](http://guybenary.com/wp-content/uploads/2016/08/Matters-of-Liveliness-and-Other-Absurd-Scenarios_final.pdf)): »Visual strategies are employed to help lure viewers into exploring the artworks in a manner that draws viewers into a dialogue about the future of these technologies, and encourages them to re-evaluate their own perceptions and beliefs.«, S. 1

**Jan Beuerbach** lebt in Berlin, arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsbereich Kulturphilosophie des Instituts für Kulturwissenschaften an der Universität Leipzig und mutet seinem Gehirn eine Promotion in der Philosophie zum Thema Aneignung von Daten zu.