

KAPITEL 5

Messapparaturen des Laborkonzerts

Laborkonzerte können als situierte Experimente einen methodischen Zugang zur Erforschung von Musikerleben bieten, der den im dritten Kapitel beschriebenen Manifestationen eines Erkenntnishindernisses begegnet. Die Einbeziehung von Modellen verkörperten, eingebetteten und erweiterten Erlebens richtet den Fokus besonders auf situative Aspekte der Untersuchungspraktiken und Forschungstechnologien. Dabei sind insbesondere auch in diesen situierten Experimenten technische Einrichtungen erforderlich, um die ephemeren Vorgänge des Musikerlebens zugänglich zu machen. Geeignete Apparaturen sind in der Lage, Verhaltensänderungen des Publikums während der Aufführungen zu beobachten, körperliche Zustände zu messen oder kontinuierlich erhobene Selbstauskünfte aufzuzeichnen.

Insbesondere anhand der Manifestation *Die Messapparatur als äußerliches, immaterielles Maß* wurden die materiellen Merkmale und Bedingungen der Messapparatur als Bestandteile der Untersuchungssituation diskutiert, die mit einem verkörperten, eingebetteten und erweiterten Musikerleben sowie Präsenzen des situativen Gefüges wechselwirken können. Dabei verlagerte sich das Verständnis von Messapparaturen im Kontext der Laborkonzerte weg von Apparaturen, die Situationen oder Phänomene von außen registrieren, hin zu einer physischen Präsenz, die als Teil des situativen Gefüges von Experimenten in die Versuchsanordnung eingebunden ist. Darauf aufbauend werden Messapparaturen im Folgenden als technologisch-materielle Präsenzen verstanden, die in der situierten Versuchsanordnung des Laborkonzerts in wechselseitigen Beziehungen zu anderen Präsenzen der Experimental situation stehen.

Laborkonzerte stellen im Vergleich zu klassischen Experimenten im Labor veränderte Anforderungen an technische Mess- und Aufzeichnungseinrichtungen. Das führt zu Verschiebungen in der physisch-materiellen Ausformung der Forschungsinstrumente. In diesem Kapitel werden zunächst spezifische Aufforderungscharaktere diskutiert, die im Kontext von Laborkonzerten an die Kons-

truktion und Verwendung der Forschungsinstrumente ergehen. Anschließend werden anhand ausgewählter Veröffentlichungen der empirischen Forschung Kriterien für die Ausformung von Messapparaturen des Laborkonzerts ausgearbeitet.

*Aufforderungen der Experimentsituations
an die Ausformung von Messapparaturen*

Auf Grundlage der bisherigen Argumentation lassen sich Aufforderungsschaktere formulieren, die im Kontext der besonderen Merkmale von Laborkonzerten an die Ausformung geeigneter Messapparaturen M_t ergehen. Sie lassen sich anhand der Präsenzkategorien unterscheiden, in denen sie ihren Ausgang nehmen:

Musikalischer Realisierungsprozess P_t: Werden musikalische Aufführungen als zeitbezogene Prozesse verstanden, die sich nicht auf die Klangebene reduzieren lassen, fordert dies dazu auf, Apparaturen zu konstruieren, die es erlauben, bei kontinuierlichen Aufzeichnungen verschiedene Wahrnehmungsdimensionen in der multimodal erlebten Konzertsituation zu berücksichtigen. Der Imperativ der Zeitbezogenheit fordert dazu auf, Interfaces zu entwickeln, die von Personen im Publikum während der Aufführung einfach und in kurzen Zeitintervallen bedient werden können.

Musikerleben der Personen E_t: Wird Musikerleben als verkörpert und erweitert verstanden, fordert dies dazu auf, Wechselwirkungen in den Relationen zwischen Personen im Publikum und Messapparatur zu berücksichtigen. Der transformative Charakter von Musikerleben fordert dazu auf, zeitbezogene Aufzeichnungen von Veränderungen und Selbstauskünften des Publikums zu erheben. Musikerleben als eingebettet aufzufassen, fordert dazu auf, Messapparaturen zu entwickeln, die in der Lage sind, mehrere Teilnehmende während des Konzerts gleichzeitig zu erfassen. Wird Musikerleben als eine Tätigkeit verstanden, die durch individuelle Ergänzungen Bedeutungen des Erlebten ko-konstituiert, fordert dies dazu auf, qualitative Selbstauskünfte zu berücksichtigen.

Situative Bedingungen S_t: Die In-situ-Verwendung im Konzertraum erfordert Messapparaturen, die sich vor Ort verwenden lassen und in der Lage sind, Veränderungen und Selbstauskünfte der Personen an ihrem Platz zu erfassen.

Prinzip der Notwendigkeit technologisch-materieller Einrichtung

Eine generelle Herausforderung für experimentelle Erhebungen mit Publikum entsteht durch den Umstand, dass Musikerleben nicht unbedingt mit beobachtbaren körperlichen Veränderungen einhergeht.¹ Ausprägungen von abhängigen Variablen lassen sich meist nicht durch schlichte Beobachtung oder einfache Hilfsmittel erfassen. Daher sind Untersuchungen mit dem Einsatz von mitunter aufwändigen Technologien verbunden.² Erst diese Mess-, Aufzeichnungs- und Darstellungstechnologien erlauben es, die internen oder jenseits der Wahrnehmungsschwelle der Forschenden stattfindenden individuellen Prozesse der Teilnehmenden in beobachtbare und vergleichbare Form zu bringen. Dabei handelt es sich um Manifestationen, die ohne Apparaturen nicht gelingen würden;³ die Instrumente dienen daher manifestierenden Eingriffen. Das »technische Momentum« zeigt sich nach Rheinberger »im instrumentellen Zugriff zunächst als wahrnehmbare, registrierbare Spur, die der Eingriff hinterlässt«. Bei dieser Spur handelt es sich um »eine Form der Manifestation, die [...] sowohl von der Nähe zum bearbeiteten Material als auch von der Nähe zum Werkzeug lebt, dessen Einwirkung sie sich verdankt«.⁴ Die Ergebnisse des messenden Eingriffs weisen also Merkmale auf, die sich sowohl auf den Gegenstand der Untersuchung als auch auf die Messapparatur zurückführen lassen.

Apparaturen der Laborkonzerte erzeugen als technische Dinge Spuren,⁵ indem sie Veränderungen von Personen aufzeichnen und speichern. Derartige Spuren werden als primäre Manifestationen epistemischer Dinge⁶ anschließend betrachtet, analysiert, berechnet, verglichen und nach wissenschaftlichen Kriterien geordnet und kategorisiert. In diesem Prozess werden die flüchtigen Spuren zu dauerhaften Daten transformiert. Bei den resultierenden Daten handelt es sich folglich gerade nicht um etwas ursprünglich Gegebenes. Vielmehr realisieren sich in ihnen auf vielfältige Weise Merkmale ihres Entstehungsprozesses.⁷ Bereits die Spuren sind Produkte der Technologien ihrer Hervorbringung und gemäß der materiellen Beschaffenheit und Funktionsweise der beteiligten Apparaturen markiert. Die resultierenden Daten erweisen sich daher als mehrfach überformt

1 Vgl. Kebeck und Schroll, *Experimentelle Ästhetik*, 105.

2 Vgl. ebenda, 111.

3 Zum Begriff der Manifestation im Kontext des Experimentierens vgl. Rheinberger, *Spalt und Fuge*, 202.

4 Ebenda, 67–68.

5 Zum Begriff der technischen Dinge vgl. Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*, 25 sowie Kapitel 3 der vorliegenden Studie.

6 Vgl. Rheinberger, *Spalt und Fuge*, 19.

7 Zur Translation und Transposition von Daten vgl. ebenda, 29.

von menschlichen und apparativen Tätigkeiten. Entsprechend hervorgebrachte Manifestationen oder Darstellungen sind demzufolge nicht unabhängig von der materiellen Konfiguration der Messapparatur zu verstehen. In Laborkonzerten erhobene Daten sind daher niemals »roh«,⁸ sondern immer schon verarbeitet und geformt. Die Flüchtigkeit des Untersuchungsgegenstandes macht jedoch den Eingriff in den Gang der Ereignisse mittels einer geeigneten technologisch-materiellen Apparatur unabdingbar. Durch die notwendige Bedingung der Apparatur wird eine unmittelbare und unübersetzte Darstellung und damit eine unvermittelte Erkenntnis im Laborkonzert unmöglich.

*Prinzip des Spannungsverhältnisses
aus notwendiger Störung und enaktiver Hervorbringung*

Die Hervorbringung von Spuren in Experimenten hängt grundsätzlich »von ganz unterschiedlichen Formen des Eingreifens und der Manipulation, also letztlich von einer instrumentell vermittelten Störung« ab.⁹ Da es sich bei der Erzeugung der Störungen um eine grundlegende Notwendigkeit des Experimentierens handelt und die Praktik in der Regel einer besonderen Apparatur bedarf, besteht bei der experimentellen Wissensproduktion eine enge Verflechtung zwischen wissenschaftlichen Tätigkeiten und ihren technologischen Werkzeugen.¹⁰ Messapparaturen des Laborkonzerts existieren somit in einem Spannungsverhältnis: Einerseits fällt ihnen die Aufgabe zu, Störungen im Gang der Dinge vorzunehmen, um so durch das technisch-apparativ ermöglichte Eingreifen überhaupt Spuren im gewohnten Ablauf hervorzubringen zu können. Andererseits üben die Apparaturen diese störende, eingreifende Tätigkeit als Bestandteil einer spezifischen Experimentsituierung aus. Als Präsenzen des zur Erforschung von Musikerleben eingerichteten situativen Gefüges haben sie direkt oder indirekt Anteil an dessen Hervorbringung sowie an der Realisierung der Bedeutungen, die aus den erzeugten Spuren resultieren.

Messapparaturen stören und ko-konstituieren zugleich Laborkonzerte. Das Augenmerk dieses Kapitels richtet sich daher darauf, welche Tätigkeiten und Relationen Messapparaturen als Präsenzen in der aus Menschen und Technologien eingerichteten Experimentsituierung des Laborkonzerts beitragen. Dabei geht es auch um den besonderen Status der Messapparatur M_t , der aus diesem Spannungsverhältnis hervorgeht.

⁸ Zur Auffassung, dass Daten stets »gekocht« und niemals »roh« seien, vgl. Lisa Gitelman, *»Raw Data« Is an Oxymoron* (Cambridge: The MIT-Press, 2013).

⁹ Vgl. Rheinberger, *Spalt und Fuge*, 17-18.

¹⁰ Vgl. ebenda, 18.

Prinzip der Formung des Publikums durch die Präsenz der Messapparatur

Ein Beispiel für das ko-konstituierende Wirken der Messapparaturen bezieht sich auf die Relationen, die zwischen den Forschungsinstrumenten und der Zusammensetzung des Publikums entstehen. Die im vierten Kapitel dargestellte Tabelle 4.1 zeigt, dass sich die Stichprobengröße zwischen etwa 20 und 50 Versuchspersonen bewegt, wenn Laborkonzerte zur Erhebung von kontinuierlichen Selbstauskünften des Publikums eingerichtet wurden. Es handelt sich damit um Stichprobengrößen, die in der empirischen Sozialforschung eher für qualitative als für quantitative Studien typisch wären.¹¹ Untersuchungen der experimentellen Musikforschung, die nicht als In-situ-Experimente im Konzert durchgeführt wurden, erzielten mit vergleichbaren Methoden (der Erhebung kontinuierlicher Selbstauskünfte während des Musikerlebens ganzer Musikstücke) mitunter deutlich größere Stichproben. So kam beispielsweise die Studie »Social feedback influences musically induced emotions«, bei der die Teilnehmenden die Musik nicht im Konzertaal, sondern über Webbrowser erlebten, auf eine Stichprobengröße von 3315 Personen.¹²

Die deutlich kleinere Stichprobengröße bei Laborkonzerten deutet darauf hin, dass die situativen Bedingungen der Untersuchung Auswirkungen auf die mögliche Stichprobengröße haben könnten. Bei einer nach klassischen Kriterien durchgeführten Laboruntersuchung der experimentellen Musikforschung können Einzelpersonen um den Preis isolierten und dislozierten Musikerlebens in theoretisch beliebiger Anzahl seriell an einem Experiment teilnehmen. Da Laborkonzerte nach dem verkörperten und eingebetteten Modell von Musikerleben ein gemeinsam erlebendes Publikum voraussetzen, bildet die Größe des Konzertaals eine physische Grenze für die Zahl teilnehmender Personen. Die räumliche Begrenztheit des Auditoriums ist daher eine grundlegende situative Bedingung der Konzertsituation für die Stichprobengröße bei einem Laborkonzert.

Da die meisten Konzertsäle jedoch mehr als 20 Personen Raum bieten, kann die Begrenztheit des Auditoriums nicht die einzige Ursache für die geringen Stichprobengrößen sein. Ein weiterer Grund ist darin zu sehen, dass die von den Forschenden entwickelten oder importierten Messapparaturen in der Regel nur über eine begrenzte Anzahl an Interfaces verfügen, die gleichzeitig bedient werden können. Während im Labor der experimentellen Musikforschung serielle Wiederholungen mit wechselnden Versuchspersonen an einer einzelnen

11 Zu Stichprobengrößen in der Sozialforschung vgl. Döring und Bortz, *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, 302, 305.

12 Bei den zeitbezogenen Messungen sollten die Versuchspersonen im Browser mittels eines speziell entworfenen Interfaces Auskunft über Emotionen geben. Vgl. Egermann et al., »Social Feedback Influences Musically Induced Emotions«, 347-348.

Messstation theoretisch in nahezu beliebiger Anzahl möglich sind, existieren bei Laborkonzerten praktische Grenzen. So stellt es etwa eine Herausforderung für die meisten Forschungsbudgets dar, wenn eine sehr große Anzahl von Interfaces entwickelt werden soll. Doch auch bei theoretisch unbeschränkten finanziellen Mitteln ergeben sich aus den situativen Bedingungen der Experimentsituations materielle und praktische Hindernisse. Wenn, wie beispielsweise bei der Durchführung des Angel-of-Death-Projekts, ein hardwarebasiertes, verkabeltes Interface eingesetzt wird, das kontinuierlich von den Personen im Publikum erfassste Daten an eine zentrale Aufschreibeinheit sendet,¹³ dann lässt sich die notwendige Verkabelung praktisch kaum für eine theoretisch mögliche Stichprobengröße von Hunderten von Personen in einem Konzertsaal einrichten. Gewisse Merkmale des Publikums von Laborkonzerten sind also indirekt durch die materiellen Bedingungen der eingesetzten Messapparaturen ko-konstituiert.

Bei der Durchführung einiger Studien wurden Strategien entwickelt, um mit diesen aus der Präsenz der Messapparatur entstehenden Bedingungen, die den Umfang des Publikums begrenzen, umzugehen. Für das Laborkonzert, das der Untersuchung »What Determines the Perception of Segmentation in Contemporary Music?« zugrunde liegt, wurde eine Software-App entwickelt, welche die Personen im Publikum auf ihren Smartphones verwenden konnten. Diese Software ermöglichte es, die Mobiltelefone als Interfaces der Messapparatur zu verwenden und während des Konzerts Sektionsgrenzen der erlebten Musik zu markieren. Indem diese vom Publikum mitgebrachten und somit bereits in der Experimentsituations vorhandenen technologischen Ressourcen nutzbar gemacht wurden, konnte die Anzahl der zur Verfügung stehenden Interfaces deutlich erhöht werden. Für die Untersuchung wurde außerdem ein vorhandener Konzertabend, bei dem Ligeti's *Fanfares* für Piano aufgeführt wurde, als Experiment eingerichtet. Diese Maßnahmen erlaubten ein Laborkonzert mit einem Publikum von etwa 600 Personen und einer vergleichsweise großen Stichprobe von 259 Teilnehmenden.¹⁴ Eine weitere Strategie zur Einrichtung eines größeren Publikums verfolgte die Studie »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«. Hier wurde die Zahl der Versuchspersonen erhöht, indem drei Konzerte an drei aufeinanderfolgenden Abenden durchgeführt wurden. Dabei wurden jeweils dieselben Werke von denselben Musizierenden vor wechselndem Publikum aufgeführt. Durch diese Vorgehensweise konnte die Zahl der Teilnehmenden auf insgesamt 99 gesteigert werden.¹⁵

13 Vgl. McAdams et al., »Influences of Large-Scale Form on Continuous Ratings«, 309–311.

14 Vgl. Phillips et al., »What Determines the Perception of Segmentation in Contemporary Music?«, 5.

15 Vgl. Wolfgang Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«, 3. Online First, abgerufen am 1. Mai 2022, <https://doi.org/10.1037/aca0000431>.

Die Beispiele illustrieren, wie aus einem Konzertpublikum im eingerichteten Laborkonzert ein geformtes Publikum des Experiments werden kann, dessen Zusammensetzung durch die Präsenz der Messapparatur ko-konstituiert ist.¹⁶ Durch die Erhebung der Eigenschaften der Personen, etwa anhand ihrer individuellen soziodemografischen Merkmale, wird das Publikum zu einem kalkulierten Bestandteil der Versuchsanordnung. Dieses vermessene und zugerichtete Publikum des Laborkonzerts ist daher präpariert und geformt, um an ihm Phänomene zu realisieren und diese durch geeignete Messapparaturen aufzeichnen zu können. Das Musikerleben des bei Laborkonzerten technologisch-materiell gemachten Publikums wird somit zu einem Phänomen, dessen konkret hervorgebrachte Bedeutung im Kontext und in Relation zu seiner hervorbringenden Technologie existiert. Die an den Laborkonzerten beteiligten Messapparaturen sind Teil dieses eingerichteten situativen Gefüges, das dafür geeignet ist, Phänomene hervorzubringen, die in der Alltagswelt oder auch in einem ›normalen‹ Konzert nicht in einer solchen isolierten Form zutage treten würden. Auf diese performative Rolle der Apparaturen komme ich in Kapitel 10 ausführlich zurück.

Zeitbezogene Validität und die Notwendigkeit der Beschreibung von Präsenzkategorien

Aufgrund des transformativen Charakters von Musikerleben, der sich im Verlauf von Aufführungen fortwährend und nicht schlagartig nach deren Vollendung vollzieht, erfordern Laborkonzerte Messapparaturen, die für zeitbezogene kontinuierliche Messungen während der Aufführungen geeignet sind. Zeitbezogene Erhebungen durchzuführen bedeutet, Versuchspersonen während Konzertaufführungen kontinuierlich zu vermessen, sie zu beobachten oder Selbstauskünfte von ihnen zu erheben. Bei anschließenden Analysen sind die aus den Aufzeichnungen abgeleiteten Veränderungen im Musikerleben der untersuchten Personen mit den zeitgleich ablaufenden Phänomenen der musikalischen Aufführung in Relation zu setzen.¹⁷ Für die Experimental situation im Konzert kann daher ein

16 Vgl. dazu auch den Abschnitt ›Natürliches‹ Publikum und ›gemachte‹ Stichprobe in Kapitel 4.

17 Aufgrund der im Vergleich zu Laboruntersuchungen an Quasi-Musik geringeren experimentellen Kontrollierbarkeit der Konzertaufführung, bei der die Personen aus dem Publikum komplexe Phänomene und keine isolierten ›Reize‹ erleben, sowie aufgrund der Bedeutung der zeitlichen Entwicklung und des transformativen Potenzials des Musikerlebens ist eine sorgfältige zeitliche Zuordnung von Ereignissen der Aufführung zu Merkmalen des erhobenen Musikerlebens von entscheidender Bedeutung. Nur anhand der Herstellung dieser Beziehungen sind Prinzipien der Kausalität auf die Relation zwischen Phänomenen und Musikerleben in Laborkonzerten übertragbar. Vgl. hierzu auch den Abschnitt *Interne und externe Validität* in Kapitel 4.

Gütekriterium formuliert werden, das beschreibt, wie schlüssig und zuverlässig ein Experimentaldesign dieser Anforderung des zeitbezogenen In-Relation-Setzens gerecht wird. Es handelt sich um eine aus der musikalischen Bedingung der Zeitbezogenheit und dem transformativen Charakter des Musikerlebens abgeleitete Form der Validität, die in Laborkonzerten unter Einsatz geeigneter Apparaturen erzielt werden kann und für die weitere Argumentation als *zeitbezogene Validität* definiert wird. Erhebungen, die mit Fragebögen nach vollendeter Aufführung durchgeführt werden, weisen beispielsweise eine geringe zeitbezogene Validität auf, da sie einerseits auf Erinnerungen beruhen und andererseits aus einer Perspektive erfolgen, die durch das Erleben der gesamten Aufführung bereits transformiert wurde.

Angesichts der Zeitbezogenheit von Gegenstand und Untersuchung wird deutlich, dass der zeitliche Verlauf des musikalischen Realisierungsprozesses sowie anderer situativer Veränderungen, etwa des Verhaltens des Publikums, detailliert beschrieben werden sollte, um eine Zuordnung der Beobachtungen zu Phänomenen des situativen Gefüges zu erlauben. Wie in Kapitel 3 dargestellt, wird in Laboruntersuchungen der experimentellen Musikforschung die Möglichkeit der Zuordnung unter anderem durch die Formalisierung und Fragmentierung von Musik zu Quasi-Musik und durch die Ausklammerung situativer Bedingungen gewährleistet. Werden längere Ausschnitte von Musik verwendet, so werden beispielsweise musikalisch-strukturelle Analysen anhand von Partituren oder, bei der Verwendung von Tonträgern, Klanganalysen durchgeführt. Diese Daten werden in einem folgenden Schritt mit den Messdaten verglichen, um anhand dieser Zuordnung Erkenntnisse über Ursache und Wirkung gewinnen zu können.

Im Kontext des aktualisierten Konzepts von Musikerleben bedarf dieses methodische Vorgehen bei Laborkonzerten einer Erweiterung. Zunächst geht die phänomenale Ebene der Konzertaufführung, die die Grundlage für Analysen bildet, über das Vorhandensein einer Partitur oder die Realisierung von Klängen hinaus. Wie bereits an anderer Stelle argumentiert, umfassen die Präsenzen der Aufführung auch die konkreten Tätigkeiten der Aufführenden, der anderen Personen des Publikums, die Gegebenheiten des Konzertsangs, die technische Einrichtung und so weiter. Da die Messapparatur selbst Bestandteil und tätiges Merkmal der Experimentsituations des Laborkonzerts ist, muss auch sie in ihrer materiellen Beschaffenheit und in ihren Weisen des Wechselwirkens bei einer Charakterisierung des Experiments und seiner Ereignisse berücksichtigt werden.

Die phänomenale Ebene mit dem zeitlichen Verlauf der erhobenen Beobachtungsdaten in Verbindung zu bringen, ist für die Durchführung von Laborkonzerten von grundlegender Bedeutung. In Kapitel 4 wurde im Abschnitt *Aufforderungscharaktere der Aufführungssituation* deutlich, wie unterschiedlich das situative Gefüge selbst bei verschiedenen Aufführungen desselben Werks eingerichtet sein kann. Die zeitbezogene Validität der Messungen hängt daher von

einer möglichst genauen Beschreibung der Präsenzkategorien der Experimental-situation ab. Hierfür ist die ebenfalls in Kapitel 4 im Abschnitt *Interne und externe Validität* vorgeschlagene Vorgehensweise relevant, die Präsenzkategorien des konkreten Laborkonzerts mit dem Ziel einer möglichst objektiven Analyse von mehreren Personen beschreiben zu lassen und diese Beschreibungen anschließend abzugleichen. Kausal eindeutige Zuordnungen im Sinne klassischer Modelle lassen sich jedoch nur schwer vornehmen, da sich Relationen auf komplexe Phänomene und deren zeitliche Entwicklung statt auf isolierte ›Reize‹ beziehen.

Bedingungen für die materielle Präsenz der Messapparatur

Um der Forderung nach kontinuierlichen zeitbezogenen Erhebungen gerecht zu werden, setzen Laborkonzerte voraus, dass Konzertsituationen mit geeigneten Forschungsinstrumenten angereichert werden. Die Idee einer einfachen Übertragung von Messapparaturen aus dem Labor der experimentellen Musikforschung ins Laborkonzert wirft jedoch Schwierigkeiten auf. Technologien wie ein fMRI-Scanner können nicht in Konzerträumen installiert werden, da sie in der benötigten Anzahl zu teuer sind, starke Eigengeräusche erzeugen und Aspekte eingebetteten Musikerlebens aufgrund der Positionierung der Versuchspersonen im Scanner nahezu gänzlich ausschließen. Es ist auch anzunehmen, dass in Anwesenheit von 20 fMRI-Scannern angesichts ihres disruptiven Charakters kaum mehr von einer Konzertsituation gesprochen werden könnte. Auch der Einsatz der weniger invasiven Elektroenzephalografie (EEG) bringt Schwierigkeiten mit sich, da die Versuchspersonen vor dem Konzert aufwendig verkabelt werden müssen und sich dann während der Aufführung möglichst nicht bewegen sollten.

Die Erhebung von Veränderungen und Selbstauskünften des Konzertpublikums macht eine größere Anzahl von Interfaces notwendig. Wie bereits deutlich wurde, ist die Anzahl der verwendbaren Interfaces jedoch begrenzt (vgl. Abschnitt *Prinzip der Formung des Publikums durch die Präsenz der Messapparatur*). In situ und zeitbezogen zu messen, macht es außerdem erforderlich, den teilnehmenden Personen die Interfaces vor Ort an ihrem Platz zur Verfügung zu stellen. Der Einsatz von Wireless-Technologien zur kabellosen Datenübertragung ist aus situativen und forschungspraktischen Gründen sinnvoll, da die Interfaces (beispielsweise Tablets) den Teilnehmenden beim Betreten des Konzertraums ausgehändigt werden können und bei der Handhabung während der Aufführungen keine Kabel stören. Bei einigen der bisher angeführten Forschungsberichte ließ sich außerdem die Strategie beobachten, Consumer-Technologien für die Entwicklung von Interfaces heranzuziehen. Diese Vorgehensweise kann auch bei eingeschränkten Forschungsbudgets die Einrichtung einer größeren Anzahl von Interfaces ermöglichen. Aufgrund der weiten Verbreitung derartiger Geräte kann außerdem eine gewisse Vertrautheit im Umgang vorausgesetzt werden. Auch aus

diesen Gründen kann die Verwendung von Tablets, Smartphones, PDAs oder Joysticks sinnvoll sein.

Ebenen der Aufzeichnung von Veränderungen

In Konzertsituationen »kann sich das individuelle Musik-Erleben in körperlichen Reaktionen und Empfindungen, in Gefühlen, Gedanken, Bewertungen, Stimmungsveränderungen und Verhalten ausdrücken«.¹⁸ Individuelle Veränderungen, die aus dem Musikerleben der Personen hervorgehen, lassen sich auf physiologischer, phänomenaler sowie Verhaltensebene erfassen.¹⁹ Die Charakteristika der Experimentalsituation ‚Laborkonzert‘ und des Untersuchungsgegenstands ‚Musikerleben‘ stellen dabei besondere Anforderungen an die Verwendung von Messapparaturen. So erfordert die In-situ-Verwendung im Konzertraum Instrumente, die sich portabel und vor Ort verwenden lassen. Außerdem erfordert das aktualisierte Konzept des Musikerlebens zeitbezogene Erhebungen an einer Gruppe von Personen. Der Imperativ der Zeitbezogenheit verlangt nach Erhebungen, die geeignete Messintervalle erlauben und möglichst wenig invasiv sind. Um den Anforderungen gerecht zu werden, können vorhandene Laborinstrumente der experimentellen Musikforschung für die spezifische Untersuchungssituation des Laborkonzerts angepasst oder aus anderen Disziplinen importiert werden. Die Untersuchungsbedingungen und Forschungsziele können es jedoch auch notwendig machen, neue Instrumente zu entwickeln.

Zur Veranschaulichung der Erhebungsebenen, die für die Erfassung musikbezogener Veränderungen bei Personen in Laborkonzerten zur Verfügung stehen, werden im Folgenden konkrete Beispiele diskutiert. Dabei liegt der Schwerpunkt darauf, die Messapparaturen hinsichtlich der zu Beginn des Kapitels formulierten Aufforderungen des verkörperten, eingebetteten und erweiterten Musikerlebens und der situierten Bedingungen des Experiments im Konzert zu überprüfen, um so ihre Potenziale für Laborkonzerte zu bestimmen.

(Peripher-)physiologische Ebene

Bereits im Jahr 1880 veröffentlichte Johann Dogiel die Studie »Ueber den Einfluss der Musik auf den Blutkreislauf«. Dogiel bestimmte den Herzschlag von Versuchspersonen, während er ihnen Musik vorspielte, indem er mithilfe eines Plethysmografen Volumenschwankungen ihres Arms aufzeichnete.²⁰ Da körper-

18 Seibert, Toelle und Wald-Fuhrmann, »Live und interaktiv«, 433.

19 Zur Einteilung in die drei Kategorien vgl. Kebeck und Schroll, *Experimentelle Ästhetik*, 104.

20 Bei dem, was im Titel der Studie als Musik bezeichnet wird, handelte es sich um den Klang von Stimmgabeln, die mit einem Bogen gestrichen wurden, um Einzeltöne und

liche Merkmale heute automatisiert und mit der Strenge eines am Timecode synchronisierten Messintervalls erhoben werden können, eignen sich physiologische Messungen grundsätzlich gut für die Erhebung von Zeitreihen. Auch sind keine Tätigkeiten der Versuchsperson vonnöten, wie es etwa bei der Erhebung von Selbstauskünften der Fall ist. Wie im dritten Kapitel besprochen wurde, erfolgen durch den notwendigen Zusammenschluss der Versuchsperson mit der Messapparatur jedoch mitunter erhebliche Eingriffe in die Bedingungen des Musikerlebens. Bereits im Vorfeld des eigentlichen Messvorgangs kann die technische Einrichtung und Verbindung der Apparatur mit dem Körper der Versuchsperson aufwändig sein. Die Installierung und die dabei teilweise durchgeföhrten Test- und Trainingsprozeduren führen zu Erlebnissen, die im Sinne eines transformativen Erlebens die Präsenz der Messapparatur im Bewusstsein verankern können. Darüber hinaus verändert die technologische Erweiterung und Modifikation des Körpers potenziell verkörperte und erweiterte Bedingungen des Erlebens und wird folglich während des Laborkonzerts selbst zur Präsenz für das Musikerleben von Versuchspersonen. Auch bei Messapparaturen zur Erfassung physiologischer Veränderungen handelt es sich daher nicht um ein aus einer Position der Äußerlichkeit angelegtes Maß, sondern um eine Präsenz des situativen Gefüges der Experimentsituation sowie um eine Bedingung für die Ermöglichung oder Verunmöglichung bestimmter Formen des Musikerlebens.

Apparaturen zur Durchführung physiologischer Aufzeichnungen wurden in der Regel aus anderen Disziplinen in die Musikforschung importiert. Zu diesen Geräten zählen bildgebende Verfahren wie die bereits im dritten Kapitel diskutierte funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRI) oder die Positronen-Emissions-Tomografie (PET),²¹ die Elektroenzephalografie (EEG) sowie Instrumente zur Messung von peripher-physiologischen Parametern wie der Hautleitfähigkeit oder der Atem-, Puls- und Herzfrequenz. Bei der Adaption dieser Apparaturen für situierte Messungen von mehreren Personen ergeben sich durch die materiell-technologischen Merkmale der Messapparaturen Bedingungen, die ihre Anwendungsmöglichkeiten überformen oder gar unmöglich machen. So lassen sich, wie bereits angeführt, fMRI-Scanner nicht in Konzerten installieren und erlauben nur Messungen mit einer einzelnen Person, die notwendigerweise isoliert im Scanner liegt.

Melodien, die mit einer Violine, Klarinette oder Piccolo-Flöte gespielt wurden, sowie um die Pfiffe einer Metallpfeife. Vgl. Johann Dogiel, »Ueber den Einfluss der Musik auf den Blutkreislauf«, *Archiv für Physiologie* (1880): 417, 419.

21 Bei fMRI und PET handelt es sich um die beiden in der experimentellen Musikforschung am häufigsten eingesetzten Neuroimaging-Verfahren. Für einen Überblick vgl. Koelsch, Siebel und Fritz, »Functional Neuroimaging«, 313-344.

| Physiologische Ebene | Labor | Laborkonzert |
|---|--|---|
| Funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRI) ⁺ | Levitin und Menon, »The Neural Locus« | Die Messapparatur ist nicht für Konzertsituationen geeignet. |
| Elektroenzephalografie (EEG) ^{+ c} | Turrell, Halpern und Javadi, »Wait For It« | Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts« |
| Elektromyografie (EMG) ⁺ | Chan, Livingstone und Russo, »Facial Mimicry in Response to Song« Harrer und Harrer, »Music, Emotion and Autonomic Function« | (bisher keine Studie bekannt) |
| Piloerektion (Gänsehaut) ^{+ c} | Benedek et al., »Objective and Continuous Measurement of Piloerection«, Sumpf, Jentschke und Koelsch, »Effects of Aesthetic Chills«. | (bisher keine Studie bekannt) |
| Peripher-physiol. Ebene | Labor | Laborkonzert |
| Herzfrequenz ^{+ v c g} | Ogg et al., »Psychophysiological Indices of Music-Evoked Emotions in Musicians« | Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«, Anna Czepiel et al., »Synchrony in the Periphery«, Eggermann et al., »Probabilistic Models of Expectation Violation« |
| Hautleitfähigkeit ^{+ v c g} | Bannister und Eerola, »Suppressing the Chills«, Grewe et al., »Emotions Over Time« | Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts« |
| Atemfrequenz ^{+ v c g} | Bullack et al., »Psychophysiological Responses to ›Happy‹ and ›Sad‹ Music« | Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«, Anna Czepiel et al., »Synchrony in the Periphery« |

Legende: v – Wireless; c – Consumer Tech; g – mit Gruppen einsetzbar; + – Zeitreihen.

Tabelle 5.1 Beispiele für den Einsatz physiologischer und peripher-physiologischer Erhebungsverfahren im Labor der experimentellen Musikforschung und bei Laborkonzerten. Die Titel der Veröffentlichungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Kurzform angegeben, die vollständigen Nachweise finden sich im Literaturverzeichnis.

Eines der wenigen Beispiele für Apparaturen zur Messung auf physiologischer Ebene, die im Umfeld der Erforschung des Erlebens von Kunst selbst entwickelt wurden, ist die sogenannte Gänsehautkamera, die aus einer in einen Quader montierten Webcam besteht und am Bein der Versuchsperson befestigt wird. Anhand der Videoaufnahmen der Haut kann später durch eine geeignete Video-

analyse-Software das Auftreten der typischen Hautstruktur im Verlauf der Zeit analysiert werden.²²

Vor allem peripher-physiologische Veränderungen lassen sich inzwischen auch in situierten Experimenten erheben. So wurden bei der Untersuchung »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«, die im ArtLab im Rahmen eines Laborkonzerts durchgeführt wurde, Zeitreihen von Pulsfrequenz, Atemfrequenz und Hautleitfähigkeit der Teilnehmenden im Publikum erfasst.²³ Die Pulsfrequenz und die Hautleitfähigkeit wurden mit Sensoren am Finger gemessen und auf dem Rücken der teilnehmenden Personen waren Geräte angebracht, die physiologische Daten aufzeichneten und diese kabellos an einen Server übermittelten. In der Studie wird der Eingriff, der notwendig war, um den Versuchspersonen die Apparaturen anzulegen, nicht weiter ausgeführt. Bei der Beschreibung der Methode ist jedoch vermerkt, dass die Versuchspersonen nach dem Konzert einen Fragebogen ausfüllten, in dem sie Auskunft darüber gaben, wie stark die Messapparaturen sie beeinträchtigten (»Did the measurements annoy you?«). In welchem Ausmaß sie angaben, von der Messapparatur »annoyed« gewesen zu sein, ist unbekannt.²⁴ Anzunehmen ist, dass die Personen die physische Präsenz der Sensoren an ihren Fingern und an ihrem Körper gespürt haben müssen, dass sich die individuell erlebten situativen, körperlichen und erweiterten Präsenzen und Aufforderungscharaktere während des Konzerts aufgrund der Anwesenheit der Apparatur veränderten und dass die transformativen Erlebnisse der Einrichtungsphase sowie die Präsenz der Appara-

22 Der Entwicklung der Gänsehautkamera lag die Hypothese zugrunde, dass starke Emotionen und *peak pleasure moments* während des Musikerlebens Gänsehaut auslösen können. Jedoch wurde die Apparatur zunächst nur mit einer einzelnen Versuchsperson getestet, die in der Lage war, Gänsehaut willkürlich zu produzieren. Vgl. Benedek et al., »Objective and Continuous Measurement of Piloerection«. Erst einige Jahre später fand die Apparatur Anwendung, um das Auftreten von Chills während des Musikerlebens zu erfassen. Die Aufzeichnungen der Gänsehautkamera wurden nach dem Experiment mit verbalen Selbstauskünften der Versuchspersonen verglichen, die angaben, zu welchen Zeitpunkten sie Chills erlebten. Vgl. Maria Sumpf, Sebastian Jentschke und Stefan Koelsch, »Effects of Aesthetic Chills on a Cardiac Signature of Emotionality«, *PLoS ONE* 10, Nr. 6 (2015).

23 Vgl. Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«, 3-4. In der Veröffentlichung »Synchrony in the Periphery«, die sich augenscheinlich auf die gleichen im ArtLab durchgeführten Laborkonzerte bezieht, wird untersucht, welche musikalischen Merkmale physische Reaktionen im Aufführungskontext hervorrufen. Vgl. Anna Czepiel et al., »Synchrony in the Periphery: Inter-Subject Correlation of Physiological Responses during Live Music Concerts«, *Scientific Reports* 11, Nr. 1 (2021): 2.

24 Es wird darauf verwiesen, dass der Wert für »annoying« bei dem letzten der drei durchgeführten Konzerte am höchsten gewesen sei, vgl. Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«, 3, 9.

tur während des Konzerts zu einem Teil des Musikerlebens der Versuchspersonen wurden. Die beschriebenen, auf physiologischen und peripher-physiologischen Messungen basierenden Veröffentlichungen sind in Tabelle 5.1 angeführt und durch weitere Beispiele ergänzt. Im Labor eingesetzte Apparaturen werden in der Tabelle von solchen unterschieden, die in Konzertsituationen eingesetzt wurden.

Phänomenale Ebene

Erhebungen auf phänomenaler Ebene werden in der Regel anhand von Selbstauskünften durchgeführt. Beliebte Werkzeuge sind Likert-Skalen, Adjektivlisten wie das semantische Differential sowie klingende Fragebögen.²⁵ Vor allem bei Untersuchungen im visuellen Bereich wurden auch Paarvergleiche und das Bilden von Rangordnungen als Methoden eingesetzt, um ästhetische Urteile von Versuchspersonen zu erheben.²⁶ Jedoch sind nur wenige der genannten Erhebungswerkzeuge dafür geeignet, Selbstauskünfte kontinuierlich in der Konzertsituation zu erfassen. Denn je komplexer ein Erhebungswerkzeug ist, desto intensiver sind die kognitiven Anforderungen, desto mehr Aufmerksamkeit verlangt eine Selbstauskunft und desto mehr Zeit beansprucht sie. Bei zeitbezogenen Aufzeichnungen von Selbstauskünften erhöht sich mit steigender Komplexität der erforderlichen Tätigkeit folglich das Zeitintervall für Auskünfte sowie die potenzielle Ablenkung der Teilnehmenden durch die gestellte Aufgabe. Wenn beispielsweise Auskünfte über Adjektivlisten wie das semantische Differential erhoben werden sollen, kann dies nicht in den kurzen Zeitintervallen erfolgen, die für eine kontinuierliche zeitbezogene Zuordnung zu Ereignissen der Aufführung notwendig wären. Allgemein sind daher verbale und sprachgebundene Auskünfte mit kurzen Messintervallen und der Situiertheit der Erhebung schwer in Einklang zu bringen.²⁷

- 25 Für Beispiele von Apparaturen zur Erstellung und Verwendung klingender Fragebögen und semantischer Differenziale vgl. Kopiez, Dressel, Lehmann und Platz, *Vom Sento-graphen zur Gänsehautkamera*, 123-129.
- 26 Beispiele für Paarvergleich und Rangordnung aus dem visuellen Bereich finden sich unter anderem bei Kebeck und Schroll, *Experimentelle Ästhetik*, 134-139. Für eine Diskussion der Methoden zur Erhebung von Selbstauskünften (vornehmlich von erlebten Emotionen) im Feld der Musikpsychologie vgl. auch Marcel Zentner und Tuomas Eerola, »Self-Report Measures and Models«, in *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications*, herausgegeben von Patrik N. Juslin und John A. Sloboda (Oxford: Oxford University Press, 2010), 187-195 und 210-213.
- 27 Eine Verbindung von Zeitbezogenheit und verbalen Auskünften hat Anil Çamci hergestellt, indem er Personen bei einem ersten Versuch nach dem Hören ihre Empfindungen und Assoziationen notieren ließ. In einem zweiten Durchlauf sollten die teilnehmenden Personen beim Hören derselben Stücke anhand von kurzen Notizen angeben,

Geeigneter für kontinuierliche zeitbezogene und situierte Messungen im Laborkonzert sind Messapparaturen, die den Versuchspersonen einfach zu bedienende Interfaces zur Verfügung stellen. Ein Beispiel hierfür ist die Arbeit von Frede Nielsen, der mit seinen *Tension Tongs*, einer Apparatur zur manuellen Spannungsmessung, solche Messungen durchgeführt hat. Nielsen hat für seinen Ansatz den Begriff der *simenon-Methode* geprägt, um mit dieser Wortschöpfung den simultanen und nonverbalen Charakter der Methode zu beschreiben.²⁸

Im Zuge der weiteren Konstruktion von geeigneten Messapparaturen bildeten sich Instrumente heraus, die auf älteren Technologien basierten und mit neueren technischen Möglichkeiten angereichert wurden. Diese Entwicklung lässt sich daran zeigen, wie eindimensionale Skalen als Werkzeug zur Erfassung von Selbstauskünften eingesetzt wurden. Klassische Likert-Skalen, die anhand von Fragebögen vorgelegt werden, lassen sich sinnvollerweise erst nach Aufführungen ausfüllen und sind kaum für den kontinuierlichen Einsatz bei Laborkonzerten geeignet. Denn es ist praktisch kaum realisierbar, Personen im Publikum während einer Aufführung unaufhörlich neue schriftliche Skalen vorzulegen, diese in regelmäßigen kurzen Abständen im Sinne von kontinuierlichen Selbstauskünften ausfüllen zu lassen und dabei den Ausfüllvorgang zu synchronisieren. Die Weiterentwicklungen der Aufzeichnungsgeräte, die sich anhand der jeweils verfügbaren Technologien vollzogen, erlaubten es jedoch sukzessive, Musikerleben stärker zeitbezogen und kontinuierlich zu erheben. Die Entwicklung erfolgte in mehreren Stufen: Die eigentlich nur Stift und Papier voraussetzende Likert-Skala wurde in einen elektronischen Schiebereglern übersetzt, der 1989 als *Continuous Response Digital Interface* (CRDI) kontinuierliche zeitbezogene Laboruntersuchungen mit Einzelpersonen ermöglichte.²⁹ Es folgte das erweiterte Laborinstrument *Reactoscope*, dem 1992 ein Patent erteilt wurde. Es war mit mehreren Schiebereglern-Interfaces ausgestattet und erlaubte gleichzeitige Auskünfte mehrerer Personen.³⁰ Mit dem Angel-of-Death-Projekt erfolgte 2004 die Übertra-

welche Empfindungen und Imaginationen sie bei bestimmten Stellen im Stück hatten.

Vgl. Anil Çamci, »Imagining through Sound: An Experimental Analysis of Narrativity in Electronic Music«, *Organised Sound* 21, Nr. 3 (2016): 181-182.

28 Vgl. Nielsen, »Musical Tension and Related Concepts«, 500.

29 Vgl. Deborah A. Capperella, »Reliability of the Continuous Response Digital Interface for data collection in a study of auditory perception«, in *Southeastern Journal of Music Education* 7 (1989). Für einen Überblick über die Forschung mit dem CRDI vgl. Geringer, Madsen und Gregory, »A Fifteen-Year History of the Continuous Response Digital Interface«. Für die Darstellung des CRDI in Abbildung 5.1 vgl. Madsen und Geringer, »Differential Patterns of Music Listening«, 49.

30 Vgl. Sieghard Gall, »Das REACTOSCOPE – ein Verfahren zur Beurteilung von Musik im zeitlichen Verlauf«, in *Geschlechtsspezifische Aspekte des Musiklernens*, herausgegeben von Hermann J. Kaiser (Essen: Die Blaue Eule, 1996). Für die Darstellung des Reacto-

gung der weiterhin verkabelten Schiebereglern in die Konzertsituation,³¹ bevor ab etwa dem Beginn der 2010er Jahre bei Laborkonzerten Schiebereglern auf einem kabellosen iPod-Touch-Display³² dargestellt wurden (vgl. Abbildung 5.1).

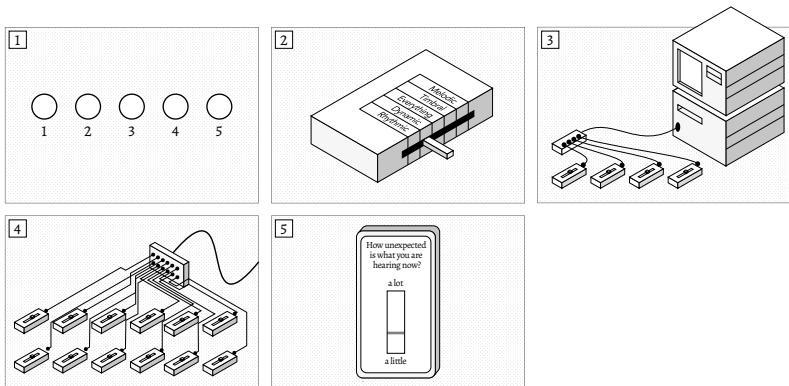


Abbildung 5.1 (1) Likert-Skala, (2) Continuous Response Digital Interface, (3) Reactoscope, (4) im Konzert verwendete Schiebereglern des Angel-of-Death-Projekts, (5) iPod-Touch-Display des Experiments »Probabilistic models of expectation violation«. Eigene Darstellung nach Abbildungen in den im Text zitierten Veröffentlichungen.

Im Unterschied zu der bei peripher-physiologischen Messungen bestehenden Tendenz, die benötigten Instrumente aus anderen Disziplinen zu importieren, zeigen die untersuchten Veröffentlichungen, dass Apparaturen zur Erhebung kontinuierlicher Selbstauskünfte deutlich häufiger in der experimentellen Musikforschung selbst entwickelt beziehungsweise weiterentwickelt wurden. Dafür brachten Forschende Messapparaturen in Laborkonzerte ein, die bereits bei früheren Laborexperimenten Verwendung fanden. Beispielsweise unterscheiden sich die in den Konzertaufführungen des Angel-of-Death-Projekts eingesetzten Schiebereglern von jenen des älteren Reactoscopes im Wesentlichen lediglich dar-

scopes in Abbildung 5.1 vgl. ebenda, 250. Für die Patentschrift vgl. Sieghard Gall und H. Walter »Verfahren zur Darstellung von Reaktionen auf von einer Reizquelle ausgehenden Reize«, Patent DE000003630424C2, Deutsches Patent- und Markenamt, eingereicht 6.9.1986, erteilt 23.4.1992, abgerufen am 1. Juli 2025, depatisnet.dpma.de/DepatisNet/depatisnet?action=pdf&docid=DE000003630424C2&xxxfull=1.

31 Vgl. McAdams et al., »Influences of Large-Scale Form on Continuous Ratings«.

32 Vgl. Stevens et al., »Cognition and the Temporal Arts«. Für die Vorlage des iPod-Touch-Displays in Abbildung 5.1 vgl. Egermann, Pearce, Wiggins und McAdams, »Probabilistic Models of Expectation Violation«, 551.

in, dass eine deutlich größere Zahl an Interfaces angefertigt wurde und dass die Regler nun während der Aufführungen von Personen aus dem Publikum bedient wurden.

| Phänomenale Ebene | Labor | Laborkonzert |
|---|--|---|
| Gruppierung ^g | McAdams et al., »Perception of Musical Similarity« | Für kont. Erhebungen während der Aufführung wenig geeignet. |
| Button (zeitl. Markierung) ^{+ c g} | Gerlach und Hemming, »Ein Experiment zur Formwahrnehmung bei elektronischer Musik« | Phillips et al., »What Determines the Perception of Segmentation?« |
| Drucksensoren | Nielsen, »Musical Tension and Related Concepts«, repliziert von Madsen und Fredrickson, »The Experience of Musical Tension« | (bisher keine Studie bekannt) |
| Diskrete und kontinuierliche Skalen ^{+ c g} | Hörmann, »Beurteilung von Musik im zeitlichen Verlauf«, sowie diverse Studien mit dem CRDI | Egermann et al., »Probabilistic Models of Expectation Violation«, Broughton et al., »Continuous Self-Report Engagement Responses« |
| Adjektivlisten/semantisches Differential ^g | Maes et al., »The Coupling of Action and Perception in Musical Meaning Formation« | Für kont. Erhebungen während der Aufführung wenig geeignet |
| Dimensionale Modelle (bspw. 2DES) ^{+ c g} | Schubert, »Measurement and Time Series Analysis of Emotion in Music«, Nagel et al., »EMuJoy: Software for Continuous Measurement of Perceived Emotions in Music« | Stevens et al., »Cognition and the Temporal Arts« |

Legende: V – Wireless; C – Consumer Tech; g – mit Gruppen einsetzbar; + – Zeitreihen.

Tabelle 5.2 Beispiele für kontinuierliche zeitbezogene Erhebungsverfahren auf phänomenaler Ebene im Labor und bei Laborkonzerten. Die Titel der Veröffentlichungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Kurzform angegeben, die vollständigen Nachweise finden sich im Literaturverzeichnis.

Verschiebungen, die aus dem Erfordernis des portablen Einsatzes an Ort und Stelle resultieren, lassen sich anhand der bereits erwähnten Studie »What Determines the Perception of Segmentation in Contemporary Music?« aufzeigen, in der untersucht wurde, zu welchen Zeitpunkten Abschnittsgrenzen der musikalischen Form bei einer Aufführung von zeitgenössischer Musik erlebt wurden. Das Publikum wurde am Einlass gebeten, eine App zu installieren, die das mitgebrachte Smartphone zum Eingabegerät für die Messapparatur machte. Die einfach gehaltene Aufgabe während der Konzertaufführung bestand darin, auf das Display des Smartphones zu tippen, wenn die Grenze eines musikalischen Formabschnitts an-

genommen wurde.³³ Die Messapparatur vereinigte Anteile, die als Teil der Experimental situation eingerichtet waren (wie beispielsweise den Server zur Aufzeichnung der erfassten Daten), mit Merkmalen der von außen eingebrachten Anteile (der Smartphones). Da den Teilnehmenden der Umgang mit ihren Mobilgeräten wohl vertraut war, wurden potenzielle Hürden der Experimental situation minimiert, die dadurch entstehen können, dass die Bedienung von Interfaces erst erlernt werden muss. Mit den Smartphone-Interfaces können jedoch auch sensomotorische Kopplungen, die mit alltäglichen Tätigkeiten wie Surfen, Messenger-Kommunikation oder Gaming bestehen, in das situative Gefüge des Experiments eingebracht werden. Daher lässt sich nicht ausschließen, dass durch die technologische Erweiterung Verschiebungen bei den an die Versuchspersonen gerichteten Aufforderungscharakteren entstanden, die sich in ihrer spezifischen Ausprägung des Musikerlebens niederschlügen.

Generell ermöglicht die Verwendung mobiler Touch-Displays, die durch Consumer-Produkte wie Tablets und Smartphones bereitgestellt werden können, eine flexible Konfigurierbarkeit sowie die Verwendung verschiedener Eingabeelemente und grafischer Bedienoberflächen. Dass die Mobilgeräte für den Massenmarkt konzipiert sind und häufig gängige Open-Source-Software für die Programmierung eingesetzt werden kann, kann von Vorteil für die Eigenentwicklung von Forschungssoftware sein.

Ein weiteres Beispiel für die Verwendung von Mobilgeräten findet sich in der Veröffentlichung »Cognition and the Temporal Arts«, auf die bereits einleitend im ersten Kapitel Bezug genommen wurde. Bei der Studie wurden Personal Digital Assistants (PDAs) verwendet, um kontinuierliche Selbstauskünfte während einer Tanzaufführung zu erheben. Die Eingaben anhand des als *portable Audience Response Facility* (pARF) bezeichneten Systems erfolgten kontinuierlich und zeitbezogen im Modell des zweidimensionalen Emotionsraums. Der zum System gehörige Server übertrug die konfigurierbaren Parameter des User-Interfaces an die Geräte, synchronisierte Letztere und sammelte die erhobenen Daten für den Export.³⁴ Das pARF-System wurde außerdem für das im vierten Kapitel besprochene Laborkonzert eingesetzt, bei dem der erste Satz von *The Source for Solo Marimba* von Toshi Ichiyanagi realisiert wurde. Hier wurde das grafische Interface, das von 19 Personen im Publikum bedient wurde, jedoch lediglich als ein einfacher Slider konfiguriert, der kontinuierliche Selbstauskünfte darüber erlaubte, wie stark involviert Personen sich im Verlauf der Performance fühlten.³⁵ Dass das gleiche

³³ Vgl. Phillips et al., »What Determines the Perception of Segmentation in Contemporary Music?«.

³⁴ Vgl. Stevens et al., »Cognition and the Temporal Arts«, 801-803.

³⁵ Vgl. Broughton, Schubert, Harvey und Stevens, »Continuous Self-Report Engagement Responses«, 114-115.

pARF-System für die Verwendung unterschiedlicher Modelle und Forschungsfragen verwendet werden konnte, illustriert den angeführten Vorteil der Adaptierbarkeit. Tabelle 5.2 enthält die diskutierten Veröffentlichungen, bei denen Apparaturen zur Erfassung von Selbtauskünften auf phänomenaler Ebene verwendet wurden, sowie weitere ergänzende Beispiele.

Verhaltensebene

Kontinuierlich Selbtauskünfte abzugeben, erfordert von Personen ebenso kontinuierliche körperliche und kognitive Tätigkeiten sowie einen gewissen Grad an Reflexion über das eigene Erleben. Es handelt sich daher notwendigerweise um einen bewussten Vorgang. Während also Musikerleben gemäß dem verkörperten, erweiterten und eingebetteten Verständnis im Rahmen von Laborkonzerten durch geeignete Messapparaturen ökologisch und zeitlich valide erfasst werden kann, ereignen sich potenziell Wechselwirkungen, die durch das Tätigsein der Personen mit der Messapparatur zum Teil des Musikerlebens werden können (vgl. Erlebnistyp *Wechselwirkungen mit den Messinstrumenten*).

Im Gegensatz dazu werden Beobachtungen von Personen auf der Verhaltensebene in der Regel als weniger invasiv angesehen. Solche nichtreaktiven Messverfahren sind »Mess- und Untersuchungsverfahren, die nicht durch den Untersucher, die Untersuchungssituation oder den Untersuchten verfälscht werden können«.³⁶ In der soziologischen Methodik werden unter der Nichtreakтивität von Beobachtungen Situationen verstanden, in denen »ein Beobachter ›unaufdringlich‹ agiert und als solcher nicht erkennbar ist und auf das beobachtete Verhalten keinen Einfluss nimmt«. Die Beobachtungen können sich auf physische Merkmale wie Kleidung und Schmuck, auf nonverbales Verhalten wie Mimik und Gestik oder auch auf verbale Äußerungen beziehen.³⁷ Klassische als nichtreaktiv verstandene Methoden umfassen auch Dokumentenanalysen und die Untersuchung physischer Spuren wie den sogenannten Abnutzungen oder Ablagerungen, die durch früheres Verhalten von Personen oder Personengruppen verursacht wurden.³⁸ Heute gehören dazu auch »digitale Verhaltensspuren« der Online-Dokumente und Social-Media-Datenbanken.³⁹ Häufig werden die Beob-

36 Vgl. Hartmut O. Häcker, »Nicht reaktive Messverfahren«, in *Dorsch Lexikon der Psychologie*, herausgegeben von Markus Antonius Wirtz (Bern: Hogrefe), abgerufen am 1. Juli 2025, www.dorsch.hogrefe.com/stichwort/nicht-reaktive-messverfahren.

37 Tobias Heikamp, »Verfahren, nichtreaktive«, in *Wörterbuch der Soziologie*, herausgegeben von Günter Endrweit, Gisela Trommsdorff, Nicole Burzan (München: UVK, 2014), 580.

38 Vgl. Häcker, »Nicht reaktive Messverfahren«.

39 Vgl. Andreas Diekmann, »Die Renaissance der ›Unobtrusive Methods‹ im digitalen Zeitalter«, in *Grundlagen – Methoden – Anwendungen in den Sozialwissenschaften. Festschrift*

achtungen durch den Einsatz technischer Apparaturen unterstützt,⁴⁰ und wenn Beobachtungen und Analysen von Spuren in ‚natürlicher‘ Umgebung erfolgen, kann es sich um situierte Methoden handeln.

Spuren des Verhaltens des Publikums in Konzerten, wie etwa Husten oder die Dauer des Applauses, können theoretisch durch Tonaufnahmen dokumentiert werden. Das Verhalten des Publikums als Gruppe lässt sich außerdem anhand von Videoaufzeichnungen untersuchen. Nach den während der Konzertaufführung durchgeföhrten Erhebungen kann die Analyse manuell und durch computergestützte Verfahren erfolgen. Die Veröffentlichung »Nonverbale Synchronie und Musik-Erleben im klassischen Konzert« beschreibt, wie Videoaufnahmen des Publikums angefertigt und einer Analyse durch Computer-Vision-Algorithmen unterzogen wurden, um zu untersuchen, wie ausgeprägt und synchron Bewegungen im Publikum während eines Konzerts waren.⁴¹ Derartige Beobachtungen der Verhaltensebene in Laborkonzerten durch Klang- und Videoaufzeichnungen können den Prinzipien nichtreaktiver Messverfahren nahekommen.

Andere Methoden zur Beobachtung auf Verhaltensebene erfordern hingegen in der Regel Messapparaturen, die weitreichendere Anforderungen an die Einrichtung der Experimentsituations stellen und daher ausgeprägtere physische Präsenzen einbringen. Das gilt etwa für die auf Eye-Tracking basierenden Methoden und den zugehörigen Apparaturen, die teilweise für Musikforschung herangezogen wurden.⁴² Die beiden wesentlichen mit der Methode beobachtbaren Veränderungen betreffen die Bewegungen der Pupillen und den Grad ihrer Weitung. Die notwendigen Apparaturen lassen bisher jedoch aufgrund der Kosten und der Computer-Gebundenheit eher Laboruntersuchungen mit Einzelpersonen zu. Für die Studie »Eye Movements in Scene Perception While Listening to Slow and Fast Music« wurden beispielsweise Erhebungen durchgeführt, bei denen Musik über

für Steffen-M. Kühnel, herausgegeben von Anja Mays et al. (Wiesbaden: Springer VS, 2020), 165.

40 Vgl. Häcker, »Nicht reaktive Messverfahren«.

41 Vgl. Seibert, Greb und Tschacher, »Nonverbale Synchronie und Musik-Erleben im klassischen Konzert«, 61-64.

42 Die Relevanz der Methode für das Forschungsfeld zeigt sich unter anderem daran, dass vom Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik in Frankfurt 2017 und 2022 die Symposien *Music und Eye-Tracking* ausgerichtet wurden. Vgl. David Hammerschmidt, »Music and Eye-Tracking (MET17), 17.-18. August 2017; Frankfurt am Main«, in *Jahrbuch Musikpsychologie*, Bd. 28, herausgegeben von Wolfgang Auhagen, Claudia Bullerjahn und Christoph Louven (Münster: Waxmann-Verlag, 2019) sowie Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik Frankfurt, »Second Conference on Music and Eye-Tracking«, Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik Frankfurt, abgerufen am 1. Juli 2025, <https://www.aesthetics.mpg.de/institut/veranstaltungen/vergangene-veranstaltungen/music-eye-tracking-conference-2022.html>.

einen mit einem Eye-Tracker ausgestatteten Laptop-Computer abgespielt wurde. Während die Versuchspersonen jeweils ganze Popsongs in schnellem oder langsamem Tempo hörten, wurden ihnen auf dem Bildschirm gleichzeitig Fotos gezeigt. Herausfinden wollten die Forschenden, ob die Musik die Betrachtungsweise des Bildes beeinflusst und ob schnelle Musik zu kürzeren Fixationszeiten des Blicks und damit zu häufigeren Pupillenbewegungen führt.⁴³

| Verhaltensebene | Labor | Laborkonzert |
|--|---|---|
| Eye-Tracking ⁺ | Liao et al., »Pupillary Dilation Response Reflects Surprising Moments in Music«, Franěk et al., »Eye Movements in Scene Perception« | Bisher keine Untersuchungen an Live-Publikum bekannt |
| Körperliche Aktivität und Bewegung ^{+vcg} | Toivainen und Carlson, »Embodying Meter Revisited« | Seibert, Greb und Tschacher, »Nonverbale Synchronie und Musik-Erleben im klassischen Konzert« |
| Mimik/Gesichtsmuskulatur ^{+vc} | Chan, Livingstone und Russo, »Facial Mimicry in Response to Song« | Czepiel et al., »Synchrony in the Periphery« |

Legende: v – Wireless; c – Consumer Tech; g – mit Gruppen einsetzbar; + – Zeitreihen.

Tabelle 5.3 Anwendung von Messverfahren auf Verhaltensebene in der experimentellen Musikforschung. Die Titel der Veröffentlichungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Kurzform angegeben, die vollständigen Nachweise finden sich im Literaturverzeichnis.

In der Veröffentlichung »Pupillary Dilation Response Reflects Surprising Moments in Music« wurde der Grad der Pupillenweitung als Indikator für überraschende Momente während des Musikerlebens untersucht. Den teilnehmenden Personen wurden Ausschnitte von Musikstücken vorgespielt, die sie in einem ersten Durchgang mittels eines Schiebereglers kontinuierlich dahingehend beurteilten, wie abwechslungsreich oder monoton die Musik gerade sei. In einem zweiten Durchgang wurde die Pupillenweitung der Personen beim Hören der Ausschnitte gemessen. Anschließend wurden die Daten der beiden Durchläufe verglichen und auf Korrelationen überprüft.⁴⁴ Die beschriebenen Veröffentlichungen, in denen

43 Im Rahmen der Untersuchung wurden keine signifikanten Unterschiede bei den Fixationszeiten gefunden. Vgl. Marek Franěk et al., »Eye Movements in Scene Perception While Listening to Slow and Fast Music«, *Journal of Eye Movement Research* 11, Nr. 2 (2018).

44 Bei der vorgelegten Quasi-Musik handelte es sich um 90-sekündige Ausschnitte aus bekannten Werken der Klassik, des Jazz und des Pop. Vgl. Hsin-I Liao, Makio Kashino, Makoto Yoneya und Shigeto Furukawa, »Pupillary Dilation Response Reflects Surprising Moments in Music«, *Journal of Eye Movement Research* 11, Nr. 2 (2018): 2-3. Die Spezialausgabe 11, Nr. 2 (2018) des *Journal for Eye Movement Research* bietet einen Überblick

Messapparaturen zur Beobachtung des Verhaltens von Personen Verwendung finden, sind in Tabelle 5.3 verzeichnet und durch weitere Beispiele ergänzt.

Der Konzertsaal als Messapparatur

Bei einigen der angeführten Veröffentlichungen lässt sich die Tendenz beobachten, Messmethoden und -apparaturen, die verschiedene Erhebungsebenen abdecken, zu kombinieren und zueinander in Relation zu setzen. Noch einen Schritt weiter geht die Strategie, die Messapparaturen unterschiedlicher Erhebungsmethoden permanent in Konzerträumen zu integrieren. Die Instrumente werden dann nicht mehr in einen Konzertsaal des Kulturbetriebs gebracht und temporär installiert, sondern Aufführung und Publikum werden in den für die Durchführung von experimentellen Untersuchungen dauerhaft eingerichteten Konzerraum geholt. In einem derartig zu Untersuchungszwecken eingerichteten Konzertsaal können sich die Forschungsapparaturen in hohem Maße in die räumliche Konfiguration der Konzertsituation einfügen. Das im vierten Kapitel erwähnte ArtLab am Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik ist ein solcher Konzerraum, der dauerhaft mit Messapparaturen angereichert wurde und »die zeitlich synchrone Erfassung von Klängen, Mimik, Gestik, peripheren physiologischen Daten sowie von quantitativen und qualitativen Bewertungen der Veranstaltungsbesucher oder der Aufführenden« ermöglichen soll.⁴⁵

Es ist anzunehmen, dass sich das Publikum der physischen Präsenz der Messapparatur kaum oder gar nicht bewusst war, als es während des Laborkonzerts im ArtLab, das der Veröffentlichung von »Nonverbale Synchronie und Musik-Erleben im Konzert« zugrunde lag, mithilfe von Videokameras zur späteren Analyse aufgezeichnet wurde.⁴⁶ Da die Untersuchungen keine zusätzliche bewusste geistig-körperliche Tätigkeit vom Publikum erwarteten (wie es etwa bei der Erteilung von kontinuierlichen Selbstauskünften der Fall wäre) und die physisch-materiellen Merkmale der Messapparaturen während der Aufführung stark in den Hintergrund rückten, waren die Präsenzen, Aufforderungscharaktere und Potenziale zur Wechselwirkung minimiert, die ansonsten mit den Forschungsinstrumenten in die Konzertsituation eingebracht werden.

über Forschungsbereiche, die Eye-Tracking als Methode der experimentellen Musikforschung einsetzen.

45 Vgl. »Was ist das ArtLab?«, Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik Frankfurt, abgerufen am 1. Juli 2025, <https://www.aesthetics.mpg.de/artlab/information.html>. Siehe auch Kapitel 4.

46 Vgl. Seibert, Greb und Tschacher, »Nonverbale Synchronie und Musik-Erleben im klassischen Konzert«.

Anhand von zwei weiteren im ArtLab durchgeführten Untersuchungen wird deutlich, dass die unauffällige Integration von Messapparaturen nicht in jedem Fall bedeutet, dass diese damit keinerlei Präsenz in der Experimental situation mehr haben. Für die Laborkonzerte der Studie »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts« wurden die teilnehmenden Personen mit Sensoren verbunden, die Puls- und Atemfrequenz sowie die Hautleitfähigkeit aufzeichnen sollten. Anhand der synchronen körperlichen Veränderungen wollte man verkörperte Merkmale von *entrainment* als Teil von Musikerleben untersuchen.⁴⁷ Auch die in der Veröffentlichung »Synchrony in the Periphery« dokumentierte Forschung untersuchte im ArtLab, wie physiologische Veränderungen bei den Personen im Publikum synchron verlaufen können. Hier wurden zusätzlich Daten zu Bewegungen der Gesichtsmuskeln erhoben. Im Unterschied zu den mit der Methode der Videoaufzeichnungen durchgeführten Experimenten waren diese beiden Untersuchungen mit umfangreichen Eingriffen an den Versuchspersonen verbunden, die notwendig waren, um sie mit den Messapparaturen zu verbinden. So wurden die teilnehmenden Personen der Studie »Synchrony in the Periphery« aufgefordert, für die Einrichtung bereits 90 Minuten vor dem Konzert zu erscheinen. Zur Pulsmessung wurde ein Sensor an einem Finger angebracht, die Atemfrequenz wurde durch einen Brustgürtel gemessen, die Hautleitfähigkeit wurde durch Elektroden an zwei Fingern erhoben und zur Messung der Bewegung von Gesichtsmuskeln mittels Elektromyografie wurden selbstklebende Elektroden im Gesicht angebracht.⁴⁸ Diese mit der Verwendung der Messapparaturen notwendig gewordenen körperlichen Eingriffe führten dazu, dass die Personen das Konzert in der Präsenz der im Gesicht, am Torso und an den Fingern befindlichen Sensoren erlebten.

Zumindest bei den anhand von Videoaufzeichnungen durchgeführten Beobachtungen auf Verhaltensebene ist zu vermuten, dass sich im Verlauf der Konzertaufführung nur wenige verkörperte, eingebettete und erweiterte Verwicklungen zwischen Personen und Messapparaturen ereigneten. Wie auch bei anderen Experimental situationen besteht eine Einschränkung darin, dass die Versuchspersonen wissen, dass sie an einem Experiment teilnehmen. Auch das Publikum von Laborkonzerten ist sich in der Regel bewusst, dass es sich bei der Konzertsituation zugleich um ein Experiment handelt. Denn üblicherweise sieht die Methodik dieser Versuchsanordnungen die Verwendung von Fragebögen vor, mit denen sinnvollerweise etwa soziodemografische Merkmale oder andere für weitere Forschungsfragen relevante Angaben der Teilnehmenden erfasst werden. Solche Eingriffe erzeugen Differenzen zu ›authentischen‹ Konzertsituationen

47 Vgl. Tschacher et al., »Physiological Synchrony in Audiences of Live Concerts«.

48 Vgl. Czepiel et al., »Synchrony in the periphery«, 10.

und führen den teilnehmenden Personen vor Augen, dass es sich um eine als Experiment eingerichtete Konzertsituation handelt.⁴⁹

Messende Präsenzen: Phänomenotechnik des Laborkonzerts

Die Notwendigkeit von Zeitbezogenheit und Kontinuität der Messungen sowie der Anspruch der zeitbezogenen Validität machen Erhebungsmethoden im Laborkonzert zu Echtzeit-Prozessen, die sich nicht außerhalb, sondern als Teil und Präsenz des forschungsgeleiteten Musikalisierungsprozesses vollziehen. Bereits nach dem ersten Kapitel lautete die Schlussfolgerung, dass die am Prozess der Hervorbringung der Experimentsituation beteiligten Präsenzen (der Kategorien P_t , E_t , S_t) veränderlich seien und in diesem Prozess potenziell in unterschiedlichem Ausmaß verändert würden.⁵⁰ Während Messapparaturen M_t Veränderungen von Personen im zeitlichen Verlauf erheben, kommt es, wie auch zwischen anderen Präsenzen der Experimentsituation, zu Wechselwirkungen. Diese können, abhängig von der jeweiligen materiellen Ausformung der Apparatur, den Merkmalen der Individuen sowie der Zusammensetzung der anderen Präsenzkategorien des situativen Gefüges, unterschiedlich ausfallen. Auf dieses differenzierende Wirken der Messapparaturen, das nicht auf ein bloßes Ablenken reduzierbar ist, verweisen die im Kapitel *Ausgänge* als Erlebnistyp *Wechselwirkungen mit den Messinstrumenten* geschilderten Beobachtungen.

Im Zuge der Anwendung verkörperter, eingebetteter und erweiterter Modelle des Musikerlebens auf die Experimentsituation des Laborkonzerts verändert sich auch der Status der beteiligten Messapparaturen. Als tätige Präsenzen des situierten Experiments rücken ihre Tätigkeitspotenziale und Aufforderungsschäraktere in den Fokus erkenntnistheoretischer Betrachtungen. Da Messapparaturen als Präsenzkategorie M_t des Laborkonzerts ebenso wie die Präsenzkategorien

49 Dass das Wissen um die Versuchssituation zu veränderten Ergebnissen führen kann, ist als Form von Reaktivität mit der experimentellen Situation unter anderem durch den Hawthorne-Effekt bekannt. Die Bezeichnung geht auf die Untersuchungen in der Hawthorne-Fabrik im US-Bundesstaat Illinois zurück, wo in den 1920er und 30er Jahren der Einfluss unterschiedlicher Beleuchtungsverhältnisse auf die Arbeitsleistung von Beschäftigten untersucht wurde. Überraschenderweise stieg die Produktivität sowohl in der Experimentalgruppe als auch in der Kontrollgruppe, unabhängig von der Beleuchtungsstärke. Die zunächst überraschende Leistungssteigerung wurde durch die Aufmerksamkeit erklärt, die den Arbeitenden mit der Durchführung des Experiments zuteil wurde. Vgl. Heiner Minssen, »Arbeitssoziologie«, in *Wörterbuch der Soziologie*, 3. Aufl., herausgegeben von Günter Endruweit, Gisela Trommsdorff und Nicole Burzan (Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft, 2014), 27.

50 Von veränderlichen Präsenzen wurden in Kapitel 1 die Rahmenbedingungen unterschieden. Sie sind zwar über längere Zeiträume veränderlich, können jedoch im Zeitrahmen der Konzertaufführung in der Regel als stabil vorausgesetzt werden.

P_t , E_t und S_t am Realisierungsprozess des situierten Versuchs teilhaben, wird bedeutsam, auf welche Weise sie während des Experiments mit anderen Präsenzen in Relation treten und wechselwirken. Den Idealen klassischer Modelle entsprechend wäre die Messapparatur konstant und extern zu halten, und Einflüsse der Apparatur würden als Störfaktoren, Messfehler oder mangelnde Reliabilität betrachtet, die wenn möglich vollständig eliminiert werden sollten. Jedoch ist eine derartig neutrale, passive und damit nichttätige Messapparatur im bisher ausgearbeiteten Modell situierter Experimente zur Untersuchung von Musikerleben kaum denkbar. Messapparaturen mit diesen Eigenschaften wären im situierten Experiment geradezu nicht präsent.

Messapparaturen erfassen Veränderungen im situativen Gefüge und zeichnen sie auf. Sie werden durch diesen Vorgang angereichert und erfahren somit im Experiment notwendigerweise selbst Veränderungen. Für das Musikerleben des Publikums ist das zunächst nicht von Relevanz, da die Anreicherung in der Regel unbemerkt stattfindet. Darüber hinaus werden jedoch, wie zuvor im Abschnitt *Prinzip der Formung des Publikums durch die Präsenz der Messapparatur* diskutiert wurde, Personen aus dem Publikum selbst zu grundlegenden Bestandteilen der an Laborkonzerten beteiligten Messapparaturen. Die Erhebungen basieren daher auch darauf, dass die Messapparatur unter Beteiligung der Versuchspersonen im Verlauf des Musikalisierungsprozesses des Laborkonzerts wie andere beteiligte Präsenzen unaufhörlich differenziert wird. Damit die messende Präsenz ihre Funktion in der Experimentsituations erfüllen kann, muss sie dafür angelegt sein, durch die erfassten Daten erweitert zu werden, die erzeugten Spuren haltbar zu machen und sie in einer geeigneten Form zu speichern. So, wie sich das Erleben teilnehmender Personen während des musikalischen Realisierungsprozesses als transformatives Musikerleben ereignet, ereignet sich auch die Erhebung als ein transformativer Messvorgang. Die im Laborkonzert hervorgebrachten und aufgezeichneten Phänomene werden folglich nicht von einer Messapparatur im Sinne eines stabilen physisch-materiellen Objekts realisiert, das von außen in die Situation eingreifen würde. Sie resultieren vielmehr aus der praktischen Tätigkeit dieser *messenden Präsenz* des Laborkonzerts und den wechselseitig transformativ wirkenden Relationen mit anderen Präsenzkategorien der Experimentsituations.

Gaston Bachelard bezeichnet mit dem Begriff »Phänomenotechnik« die Apparaturen einer Wissenschaft, die »ihre Objekte verwirklicht, ohne sie jemals ganz fertig vorzufinden«. Die Phänomenotechnik erweitert die Phänomenologie, indem sie Phänomene erst realisiert.⁵¹ Bachelard charakterisiert sie als eine wissenschaftliche Phänomenologie, die das verstärkt, »was hinter dem Erscheinenden

51 Vgl. Bachelard, *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes*, 111. Vgl. auch Hans-Jörg Rheinberger, »Gaston Bachelard and the Notion of ›Phenomenotechnique‹», *Perspectives on Science* 13 (3) (2005): 315.

durchscheint«, und aus dem lernt, was sie konstruiert.⁵² Indem sich eine ›Konstruktion‹ nach der mit der vorliegenden Studie vertretenen Auffassung von Laborkonzerten durch einen Vorgang ereignet, in dem Relationen zwischen Präsenzen etabliert werden, handelt es sich um eine relationale, situierte, prozesshafte Hervorbringung von Phänomenen, die sich auf Grundlage der Bedingungen des lokalen Gefüges ereignet. Bei den auf das Musikerleben des Publikums angelegten Messapparaturen handelt es sich also um eine Phänomenotechnik, die als messende Präsenz des situativen Gefüges des Experiments an der prozeduralen Hervorbringung von Phänomenen beteiligt ist.

52 Vgl. Gaston Bachelard, *Der neue wissenschaftliche Geist* (Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1988), 18.