



DAS GEHIRN

MUSIKALISCHE ERKUNDUNGEN

Samstag, 21.09.2024

20.00 Uhr

St. Matthäuskirche
Erlangen



www.ebm.fau.de



www.matthaeus-erlangen.de



www.theater-medien.phil.fau.de

Orgel: Susanne Hartwich-Düfel

Impulsvorträge: Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann

Wissenschaftliche Beiträge: Sonderforschungsbereich
„Exploring Brain Mechanics“ (EBM), FAU

Technische Ausführung: Medienstudios des ITM, FAU

Wissenschaft und Orgel:
Das Gehirn –
Musikalische Erkundungen

21. September 2024, 20 Uhr
St. Matthäuskirche Erlangen



www.matthaeus-erlangen.de



www.ebm.fau.de

 Institut für Theater- und
Medienwissenschaft

www.theater-medien.phil.fau.de

Impressum

Herausgeber

Sonderforschungsbereich SFB 1540 „Exploring Brain Mechanics“ (EBM)
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
Martensstraße 5a, 91058 Erlangen
www.ebm.fau.de

Vertreten durch:

Prof. Dr. -Ing. Paul Steinmann

Redaktion und Texte:

Dr. Andrea Dakkouri-Baldauf

Titelseite:

Grafische Umsetzung: Dr. Andrea Dakkouri-Baldauf,
Bild: [shutterstock.com/human colored brain](https://www.shutterstock.com/human-colored-brain)

Foto: Aliaksandr Bylchynski

Druck: Druckhaus Haspel Erlangen

VORWORT

Liebe Gäste,

herzlich willkommen zu unserer einzigartigen Veranstaltung, die Wissenschaft und Orgelmusik zu einem faszinierenden Erlebnis verbindet. Im Rahmen der innovativen Reihe „Wissenschaft und Orgel“, die Kirchenmusikdirektorin Susanne Hartwich-Düfel in den vergangenen zwei Jahren in der Matthäuskirche etabliert hat, laden wir Sie zu einer außergewöhnlichen Entdeckungsreise ein.

Es erwartet Sie ein spannendes Zusammenspiel von Musik und Wissenschaft. Präsentiert wird die Veranstaltung vom Sonderforschungsbereich SFB 1540 „Exploring Brain Mechanics“ der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), unterstützt durch die Medienstudios des Instituts für Theater- und Medienwissenschaft (ITM) der FAU. Erleben Sie wissenschaftliche Impulsvorträge von Prof. Dr.-Ing. habil. Paul Steinmann, Videoinstallationen sowie die Orgelmusik von Susanne Hartwich-Düfel, die gemeinsam die Themen der Hirnforschung musikalisch eindrucksvoll umsetzen. Die Matthäuskirche in Erlangen, mit ihrer imposanten neuen Orgel, ihrem schlichten, großen Kirchenraum und der Nähe zur Technischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät, bietet den idealen Rahmen für diese Veranstaltung. Sie ermöglicht vielfältige Möglichkeiten für Video-Projektionen und Lichteffekte.

Lassen Sie sich von Musik und wissenschaftlichen Erkenntnissen inspirieren und entdecken Sie die geheimnisvolle Welt des Gehirns. Von 3D-Modellen über mikroskopische Aufnahmen bis hin zu faszinierenden Magnetresonanztomographien bietet Ihnen die Veranstaltung einzigartige Einblicke in die Strukturen und Prozesse unseres zentralen Nervensystems.

Wir freuen uns, Sie auf dieser inspirierenden Reise zu begleiten und wünschen Ihnen eine erkenntnisreiche und bewegende Veranstaltung.

Herzlichst

Ihr Veranstaltungsteam

PROJEKT BETEILIGTE

Veranstaltungsteam

Orgel: Kirchenmusikdirektorin Susanne Hartwich-Düfel

Impulsvorträge: Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann

Projektkoordination: Dr. rer. nat. Andrea Dakkouri-Baldauf

Projektassistenz: Sonja Kuth

Visuelle Umsetzung: ITM Medienstudios der FAU, Alexander Eichmüller (Leitung), Alexander Becker (Animation und Schnitt)

Live-EEG-Aufnahmen: PD Dr. med. Stefan Rampp, Martina Rzonsa

Schauspiel: Joel Lehmann

Weitere Mitwirkende:

(in alphabetischer Reihenfolge)

FAU - ITM Experimentiertheater und Medienstudios:

- Adrian Baumeister (MB¹)
- Maira Böhm (AS², MB)
- Joëlle Bolte (AS, MB)
- Aliaksandr Bylchynski (AS, MB)
- Leo Foppe (MB)
- Fenja Moser (MB)
- Jasmin Müller (AS, MB)
- Julia Sandner (MB)
- Simone Schneider (MB, Licht)
- Matteo Schnell (MB)

Universität Potsdam - ZIM - Zentrum für Informationstechnologie und Medienmanagement

- André Andraschek (AS, MB)
- Max Asmus (AS, MB)
- Angelique Wieschke (AS, MB)

¹ MB = Medientechnische Betreuung

² AS = Animation & Schnitt

Wissenschaftliche Beiträge von:

(in alphabetischer Reihenfolge)

- Sophia Auer
- Lars Bischof
- Prof. Dr. med. Ingmar Blümcke
- Prof. Dr.-Ing. habil. Aldo R. Boccaccini
- Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday
- Erica Cecchini
- Dr. Pritha Dolai
- Prof. Dr.-Ing. Ben Fabry
- Dr. Sven Falk
- Prof. Dr. Kristian Franze
- Dr. Renato Frischknecht
- Clara Froidevaux
- Jan Hinrichsen
- Kristina Karandasheva
- Prof. Dr. rer. nat. Marisa Karow
- Dr. rer. nat. Katja Kobow
- Sonja Kuth
- Prof. Dr. rer. nat. Frederik B. Laun
- Markus Lorke
- Dr. rer. nat. Stephanie Möllmert
- Oskar Neumann
- Prof. Dr. med. Friedrich Paulsen
- PD Dr. med. Stefan Rampp
- Laura Ruhland
- Prof. Dr. rer. nat. Ingolf Sack
- Prof. Dr. rer. nat. Alexandra Schambony
- Prof. Dr.-Ing. habil. Paul Steinmann
- Michael Tranchina
- Yashasvi Verma
- Dr. rer. nat. Daniel Wehner
- Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Willner
- Prof. Dr. Vasily Zaburdaev
- Saeed Zarzor

PROGRAMM

Satyagraha (Act III, Conclusion) (1980)

Philip Glass (*1937)

Visuelle Umsetzung: Der Denker (Auguste Rodin) – Animation

Haupt- und Seitenprojektion:

In der Animation dreht sich Rodins „Der Denker“ langsam, sein Schädel öffnet sich und das Gehirn wird sichtbar. Die Ästhetik der komplexen Gehirnfaltung wird dabei eindrucksvoll durch hochauflösende MRT-Aufnahmen veranschaulicht, die mit historischen Zeichnungen des menschlichen Schädels und Gehirns überlagert sind. Während dieses faszinierenden Prozesses erscheinen die Worte „cogito ergo sum“ in loser Folge im Bild.

Diese Animation verbindet Kunst, Philosophie und Neurowissenschaften. Rodins „Der Denker“ symbolisiert tiefes Nachdenken und Reflexion. Die Öffnung des Schädels, die den Blick auf das Gehirn freigibt, verdeutlicht den Übergang vom abstrakten Denken zu den physischen Grundlagen des Bewusstseins. René Descartes' berühmte Worte „cogito ergo sum“ (lateinisch: „Ich denke, also bin ich“) unterstreichen die Idee, dass das Denken der Kern der menschlichen Existenz ist, und verbinden die geistige Aktivität direkt mit der biologischen Realität des Gehirns.

Animation und Schnitt: Alexander Becker

Annum per annum (1980)

Arvo Pärt (*1935)

Visuelle Umsetzung: Gehirnfaltung und embryonale Gehirnentwicklung

Haupt- und Seitenprojektion:

Neurulation: Dieser Prozess beschreibt die frühe Entwicklung des Nervensystems im Embryo, einschließlich der Bildung von Gehirn und Rückenmark (hier dargestellt am Beispiel von Froschembryonen).

Embryonale Gehirnentwicklung („Fetal Brain Atlas“): Ein detaillierter Atlas, der die Struktur und Entwicklung des Gehirns während der fetalen Phase dokumentiert und öffentlich zugänglich ist. Diese Atlanten basieren auf bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) und bieten einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Stadien der Gehirnentwicklung im Mutterleib. Beispielsweise beginnt die Gehirnfaltung erst etwa ab der Mitte der Schwangerschaft.

Gehirnorganoide: Kleine, im Labor gezüchtete Zellverbunde, die sich zu organähnlichen Strukturen entwickeln („Mini-Gehirne“) und als Nachbildungen dienen. So tragen sie dazu bei, die Entwicklung und Funktionen des menschlichen Gehirns besser zu verstehen.

Seitenprojektion:

Embryonale Gehirnentwicklung (Simulation): 3D- und 2D-Simulationen, die die Entwicklung des Gehirns eines Embryos zeigen, einschließlich der Gehirnfaltung. Diese Simulationen bieten einen „virtuellen Blick“ auf die Entstehung und das Falten des Gehirns im frühen Stadium eines Embryos.

Wissenschaftliche Beiträge: Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday, Dr. Sven Falk, Clara Froidevaux, Prof. Dr. rer. nat. Marisa Karow, Prof. Dr. rer. nat. Alexandra Schambony, Michael Tranchina, Saeed Zarzor

Passacaglia c-Moll (BWV 582)

Johann Sebastian Bach (1685 – 1750)

Visuelle Umsetzung: Gehirnanatomie und Gewebestrukturen

Hauptprojektion:

3D-Scan eines menschlichen Gehirns: Durch den Einsatz spezieller Technik wurden *ex-vivo* Hirnpräparate mittels 7T-MRT (Magnetresonanztomographie) in super-hochauflösender Qualität gescannt. Mit „Cinematic Rendering“, einer Methode zur physikalischen Lichtsimulation, können die MRT- und CT (Computertomographie)-Daten lebensnah in 3D dargestellt werden. Dabei werden pro Sekunde Millionen von Lichtstrahlen simuliert, die mit dem virtuellen Gewebe interagieren. Dies führt zu realistischeren Licht-Schatten-

Effekten und einer präziseren Farbgebung, die ein intuitiveres Verständnis der anatomischen Strukturen und ihrer Lagebeziehungen ermöglicht.

Seitenprojektion:

Mikroskopische Aufnahmen: Diese zeigen unterschiedliche mikroskopische Aufnahmen von verschiedenen Bereichen des zentralen Nervensystems. Durch den Einsatz von speziellen Farbstoffen in der Histologie werden bestimmte Zellen oder Bestandteile detaillierter sichtbar gemacht. Dies ermöglicht eine genauere Untersuchung von Zellen und Geweben auf mikroskopischer Ebene.

Wissenschaftliche Beiträge: Sophia Auer, Prof. Dr. med. Ingmar Blümcke, Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday, Erica Cecchini, Prof. Dr. med. Friedrich Paulsen

Hell und Dunkel (1976)

Sofia Gubaidulina (*1931)

Visuelle Umsetzung: Nervenbahnen im menschlichen Gehirn.

Haupt- und Seitenprojektion:

Nervenbahnen im Gehirn: Zur Darstellung der Nervenbahnen im Gehirn nutzen wir eine spezielle Methode der Magnetresonanztomographie (MRT), die „Diffusions-Tensor-Bildgebung“ (DTI) oder auch „Fiber Tracking“ genannt wird. Diese Technik misst den Wasserfluss entlang der Nervenfasern, und ermöglicht es uns, die Wege der Nervenbahnen klar zu erkennen. Die unterschiedlichen Farben auf den Bildern zeigen die Richtung der Nervenbahnen an – von oben nach unten (longitudinal, blau), von vorne nach hinten (sagittal, grün) und zwischen den beiden Gehirnhälften (horizontal, rot). Letzteres ist das sog. *Corpus callosum*, ein gigantisches Nervenbündel aus etwa 250 Millionen Nervenfasern, das die beiden Hemisphären des Gehirns miteinander verbindet. Diese Methode hilft uns, die komplexen Verbindungen im Gehirn besser zu verstehen. Sie ist besonders nützlich für die Planung von Hirnoperationen, das Verständnis von Hirnerkrankungen sowie die Erforschung der Funktionsweise des Gehirns.

Wissenschaftliche Beiträge: Prof. Dr. rer. nat. Frederik B. Laun

Mein Weg hat Gipfel und Wellentäler (1989)

Arvo Pärt

Visuelle Umsetzung: Hirnströme und Live-EEG

Hauptprojektion:

Live EEG (Elektroenzephalografie): Es werden Live-Aufnahmen der Elektroenzephalografie (EEG) präsentiert, die die elektrische Aktivität des Gehirns in Echtzeit erfassen, insbesondere die durch das Orgelstück ausgelösten Veränderungen. Diese Projektion ermöglicht einen detaillierten Einblick in die dynamischen Veränderungen der Gehirnströme.

Seitenprojektion:

MEG-Aufnahmen: Erleben Sie eine faszinierende Kombination aus Magnetoenzephalographie (MEG) und Magnetresonanztomographie (MRT) des Gehirns, die bei der Organistin Susanne Hartwich-Düfel durchgeführt wurde. Die MEG-Aufnahmen zeigen die räumlich-zeitliche Verteilung der Hirnaktivität beim Hören des Orgelstücks „Mein Weg hat Gipfel und Wellentäler. Diese visuelle Darstellung verdeutlicht, wie Musik unsere Gehirnfunktionen beeinflusst und welche Bereiche des Gehirns während des Hörens aktiviert werden.

Dokumentation der Messungen: Die Dokumentation umfasst die MRT-, MEG- und EEG-Messungen, die zusammen mit Susanne Hartwich-Düfel durchgeführt wurden. Die EEG-Messungen wurden speziell während des Spiels des Orgelstücks „Mein Weg hat Gipfel und Wellentäler“ aufgezeichnet, um die Reaktionen des Gehirns auf die Musik in Echtzeit zu untersuchen.

Wissenschaftliche Beiträge: PD Dr. med. Stefan Rampf

Schauspiel: Joel Lehmann

Dance No. 4 (1979)

Philip Glass

Visuelle Umsetzung: Kaleidoskop der EBM-Forschung

Haupt- und Seitenprojektion:

Genießen Sie eine lebendig-bunte Bilderfolge, die faszinierende Einblicke aus der Forschung des Sonderforschungsbereichs „Exploring Brain Mechanics“ (EBM) bietet. Während des Orgelstücks „Dance No. 4“ von Philip Glass präsentieren wir eine dynamische Darstellung, die von einem Thema zum anderen „tanzt“ und die Vielfalt der EBM-Forschung visuell erlebbar macht:

Beobachten Sie die Larve des Zebrafisches, die durch die Bilder gleitet, und entdecken Sie die regenbogenfarbene Larve des Xenopus-Froschs, die mithilfe von Antikörpern eingefärbt wurde. Die Konfokalmikroskopie zeigt vor allem das periphere und zentrale Nervensystem dieser Tiere, die aufgrund ihrer beeindruckenden Regenerationsfähigkeiten in der Lage sind, Rückenmarksverletzungen in erstaunlich kurzer Zeit zu heilen – eine Fähigkeit, die dem Menschen nicht gegeben ist.

Betrachten Sie, wie Perizyten – spezielle Zellen aus dem erwachsenen menschlichen Gehirn – mit Hilfe von zwei farblich gekennzeichneten Proteinen (grün und pink) umprogrammiert werden, um sich in Neuronen, die Nervenzellen des Gehirns, zu verwandeln.

Genießen Sie Zeitraffer-Aufnahmen, die zeigen, wie Neuronen ein komplexes 2D-neurales Netzwerk bilden.

Beobachten Sie mechanische Drucktests an innovativen Hydrogelen, die als künstliche Ersatzmaterialien für Hirngewebe entwickelt wurden.

Entdecken Sie auch Bilder der größten und häufigsten Gliazellen im zentralen Nervensystem (ZNS) – der sternförmigen Astrozyten, die eine entscheidende Rolle bei der Unterstützung neuronaler Funktionen spielen.

Seitenprojektion:

Beobachten Sie das Neuronenwachstum in einem Gehirn-Organoid und lassen Sie sich von einer Animation beeindrucken, die das Wachstum von

Gliazellen, deren Umwandlung in Neuronen sowie die Teilung ausgewählter Gliazellen während der Gehirnentwicklung zeigt.

MRE-Messungen (Magnetresonanz-Elastographie) zeigen an einem Modellgel sowie am Rückenmark eines Schweins die mechanischen Eigenschaften dieser Gewebe.

Zusätzlich zeigt eine bildgebende Untersuchung der Blutgefäße im Gehirn mittels Angiographie, unterstützt durch detaillierte Simulationen, die komplexe Struktur des vaskulären Systems.

Schließlich sehen Sie, wie die Magnetoenzephalografie (MEG) die Verarbeitung von Sprache im Gehirn sichtbar macht.

Wissenschaftliche Beiträge: Lars Bischof, Prof. Dr.-Ing. habil. Aldo R. Boccacini, Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday, Dr. Pritha Dolai, Prof. Dr.-Ing. Ben Fabry, Dr. Sven Falk, Prof. Dr. Kristian Franze, Dr. Renato Frischknecht, Clara Froidevaux, Jan Hinrichsen, Kristina Karandasheva, Prof. Dr. rer. nat. Marisa Karow, PD Dr. rer. nat. Katja Kobow, Sonja Kuth, Prof. Dr. rer. nat. Frederik B. Laun, Markus Lorke, Dr. rer. nat. Stephanie Möllmert, Oskar Neumann, Prof. Dr. med. Friedrich Paulsen, PD Dr. med. Stefan Rampp, Laura Ruhland, Prof. Dr. rer. nat. Ingolf Sack, Prof. Dr. rer. nat. Alexandra Schambony, Prof. Dr.-Ing. habil. Paul Steinmann, Michael Tranchina, Yashasvi Verma, Dr. rer. nat. Daniel Wehner, Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Willner, Prof. Dr. Vasily Zaburdaev, Saeed Zarzor

BIOGRAFIEN

Philip Glass (1937)

Philip Glass, geboren am 31. Januar 1937 in Baltimore, Maryland, ist ein einflussreicher amerikanischer Komponist, der als eine der führenden Figuren des musikalischen Minimalismus bekannt ist. Glass begann seine akademische Laufbahn an der University of Chicago, wo er Mathematik und Philosophie studierte und mit 19 Jahren seinen Abschluss machte. Anschließend setzte er seine musikalische Ausbildung an der Juilliard School of Music in New York fort, wo er sich auf Komposition und Klavier konzentrierte. Später zog es ihn nach Paris, wo er bei der berühmten Komponistin Nadia Boulanger studierte und mit dem indischen Komponisten und Sitar-Spieler Ravi Shankar zusammenarbeitete. Diese Zusammenarbeit beeinflusste Glass' musikalischen Stil erheblich und führte zu einer tiefen Integration östlicher Musikstrukturen in sein Werk.

In den 1960er Jahren gründete Philip Glass das „Philip Glass Ensemble“ und begann, innovative Wege in der Komposition zu erforschen. Seine minimalistischen Techniken brachten ihm Anerkennung als einer der Pioniere dieser Bewegung. Der internationale Durchbruch gelang ihm 1976 mit der Oper *Einstein on the Beach*, die als Meilenstein für die minimalistische Oper gilt.

1980 folgte die Oper *Satyagraha*, die Mahatma Gandhis frühe Jahre in Südafrika thematisiert und seine Philosophie des gewaltfreien Widerstands erforscht. Die Oper *Satyagraha* ist in drei Akte unterteilt und setzt sich mit Gandhis Konzept des „Satyagraha“, was „Wahrheit und Festhalten“ bedeutet, auseinander.

Der Schluss des dritten Aktes, bekannt als *Act III, Conclusion*, wurde später von Michael Riesman für Orgel adaptiert und erklingt als erstes Musikstück in der Veranstaltung „Wissenschaft und Orgel: Das Gehirn – Musikalische Erkundungen“. Die Orgelversion zeichnet sich durch seine kraftvolle musikalische Intensität aus und verkörpert die Essenz von Gandhis Botschaft der Beharrlichkeit und des friedlichen Widerstands. Philip Glass verwendet in diesem

Werk repetitive musikalische Strukturen, die eine meditative und spirituelle Atmosphäre schaffen.

Im Jahr 1979 entwickelten Philip Glass, der Konzeptkünstler Sol LeWitt und die amerikanische Tänzerin und Choreografin Lucinda Childs gemeinsam das Werk *Dance*, das aus den fünf Teilen *Dance Nos. 1–5* besteht. Dieses Stück veranschaulicht Glass' innovative Ansätze im minimalistischen Stil, sowohl in rhythmischer als auch in struktureller Hinsicht. *Dance No. 4* bietet eine lebendige und dynamische musikalische Erfahrung, die einen faszinierenden Kontrast zu *Act III, Conclusion* bildet. Es zeigt eindrucksvoll Glass' Fähigkeit, durch einfache, sich wiederholende Motive komplexe und fesselnde musikalische Strukturen zu schaffen und rundet die Veranstaltung auf eindrucksvolle Weise ab.

Im Laufe seiner Karriere erhielt Philip Glass zahlreiche Auszeichnungen und Ehrungen, darunter mehrere Grammy-Nominierungen. Neben seinen klassischen Kompositionen ist er auch für seine Filmmusik bekannt, darunter die Soundtracks für Filme wie *The Hours* und *Kundun*. Als einer der einflussreichsten Komponisten des 20. und 21. Jahrhunderts hat Glass die klassische Musik und die Filmmusik nachhaltig geprägt und ist eine zentrale Figur in der Entwicklung der minimalen Musik.

Arvo Pärt (1935)

Arvo Pärt, einer der bedeutendsten zeitgenössischen Komponisten, wurde am 11. September 1935 in Paide, Estland, geboren. Er wuchs in Rakvere auf und begann im Alter von sieben Jahren seine musikalische Ausbildung. Mit vierzehn Jahren komponierte er seine ersten eigenen Werke. Pärt studierte von 1958 bis 1963 am Konservatorium in Tallinn bei Heino Eller, nachdem er bereits als Tonmeister beim estnischen Rundfunk gearbeitet hatte.

Sein Frühwerk war stark von der Musik Schostakowitschs, Prokofjews und Bartóks beeinflusst. Pärt experimentierte auch mit Schönbergs Zwölftontechnik und dem musikalischen Serialismus. Dies führte jedoch zu Konflikten mit den sowjetischen Kulturfunktionären, die seine modernen Kompositionen missbilligten. Seine serielle Komposition *Nekrolog* war das erste estnische

Werk in dieser Technik und erregte 1960 große Aufmerksamkeit. Dennoch fühlte Pärt sich in dieser Phase seines Schaffens zunehmend eingeschränkt und suchte nach einem neuen künstlerischen Ausdruck.

Ab 1968 widmete sich Pärt in einer längeren schöpferischen Pause intensiv der Musik des Mittelalters (Gregorianischer Gesang) und dem Auftreten der Polyphonie in der Renaissance. In dieser Zeit entwickelte er seinen einzigartigen Tintinnabuli-Stil (abgeleitet vom lateinischen Wort Tintinnabulum für „Glöckchen“), der für seine Werke in den folgenden Jahrzehnten prägend werden sollte. Dieser Stil zeichnet sich durch eine Reduktion des Klangmaterials auf das Wesentliche aus und verbindet statische Dreiklänge mit dynamischen Melodien, um die Vergänglichkeit der Zeit darzustellen.

1977 präsentierte Pärt sein bedeutendes Werk *Tabula Rasa*, das seinen neuen Stil deutlich machte. 1980 emigrierte er aufgrund politischer Spannungen nach Wien und ließ sich später in Berlin nieder, wo er seine internationale Karriere weiter ausbaute. Seine Kompositionen, darunter *Passio Domini* (1982), *Te Deum* (1984/86) und *Stabat Mater* (1985), wurden weltweit anerkannt.

Ein weiteres bedeutendes Werk aus dieser Phase ist das Stück *Annum per annum* (1980), das als zweites Musikstück der Veranstaltung „Wissenschaft und Orgel: Das Gehirn – Musikalische Erkundungen“ aufgeführt wird. Dieses Werk, komponiert anlässlich des 950-jährigen Jubiläums des Speyerer Doms, stellt einen bedeutenden Höhepunkt in Arvo Pärts Entwicklung des Tintinnabuli-Stils dar. Die für Orgel geschriebene Komposition beeindruckt durch ihre strengen Klänge und die klare Harmonie. Sie besteht aus fünf Sätzen, die jeweils eine Variation über einen Cantus firmus bieten. Die Sätze sind mit den Buchstaben K, G, C, S und A bezeichnet, was auf die seit Jahrhunderten jährlich (*annum per annum*, Jahr für Jahr) abgehaltene Messe mit ihren unveränderten liturgischen Bestandteilen (Kyrie, Gloria, Credo, Sanctus, Agnus Dei) hinweist. Die Technik, die Pärt zu Beginn des Stücks anwendet, beinhaltet das Anschlagen und Halten eines massiven Akkords, dessen Klang dann langsam im Äther verschwindet, nachdem die Luft in der Orgel abgestellt wurde. Dieser schwindende Klang und die fallende Tonhöhe hinterlassen einen geisterhaften Eindruck, bevor die Musik sanft aus dem Nichts wieder einsetzt und

sich zu einem intensiven Crescendo und einem klaren, lebendigen Ende steigert.

Das vorletzte Stück der Veranstaltung, *Mein Weg hat Gipfel und Wellentäler*, reflektiert Arvo Pärts Tintinnabuli-Stil und bietet eine tiefgehende emotionale Dimension. 1989 für Orgel komponiert und dem Organisten Karl Jussila gewidmet, wurde es auf dem Orgelfestival in Parainen uraufgeführt. Der Titel stammt aus Edmond Jabès' Gedichtsammlung „Le Livre des questions“ („Das Buch der Fragen“) und thematisiert die Unbeständigkeit des Lebens mit seinen Höhen und Tiefen. Musikalisch setzt Pärt diesen Gedanken um, indem er drei verschiedene melodische Schichten verwendet, die in unterschiedlichen Geschwindigkeiten (Rhythmen) gespielt werden. Diese Schichten stehen in Beziehung zueinander und spiegeln sich gegenseitig wider, wodurch ein komplexes, vielschichtiges Klangbild entsteht.

Pärt erhielt zahlreiche Auszeichnungen, darunter 2014 den japanischen „Premium Imperiale“, den sogenannten „Nobelpreis der Künste“. Er lebt in Berlin und verbringt seit dem Zusammenbruch der Sowjetunion Teile des Jahres in seinem Landhaus in Estland. 2018 wurde das Arvo Pärt Centre in Laulasmaa, Estland, eröffnet, ein Zeugnis seines bleibenden Einflusses auf die Musikwelt.

Johann Sebastian Bach (1685 – 1750)

Johann Sebastian Bach, geboren am 31. März 1685 in Eisenach, und gestorben am 28. Juli 1750 in Leipzig, war ein deutscher Komponist, Violinist, Organist und Cembalist, der als einer der bedeutendsten Vertreter der Barockmusik gilt. Bach wuchs in einer Musikerfamilie auf, die ihn bereits früh in die Welt der Musik einführte. Sein musikalisches Talent zeigte sich schon früh, und er erhielt seine erste formale Ausbildung als Musiker und Komponist von seinem Vater und anderen Mitgliedern seiner Familie.

Bach studierte an verschiedenen Orten in Deutschland und nahm schließlich Positionen als Organist und Kantor in Städten wie Arnstadt, Mühlhausen, Weimar, und Köthen ein. 1723 trat Bach die Stelle als Thomaskantor in Leipzig an, eine Position, die er bis zu seinem Tod innehatte. Hier schuf er einige seiner bedeutendsten Werke, darunter die *Matthäus-Passion*, die *Johannes-*

Passion und die *h-Moll-Messe*. In Leipzig hatte Bach die Verantwortung für die Musik in vier Hauptkirchen und war zudem als Musiklehrer an der Thomasschule tätig.

Eines der frühen Werke Bachs ist die *Passacaglia in c-Moll* (BWV 582), die vermutlich um 1706 entstanden ist und zu seinen wichtigsten und bekanntesten Kompositionen zählt. Dieses Orgelstück zeigt Bachs meisterhafte Beherrschung der Form und der harmonischen Gestaltung. Die *Passacaglia* ist in der Barockmusik eine Variationstechnik, bei der ein sich wiederholendes Bass-Thema (das *Passacaglia*-Thema) über verschiedenen Variationen entwickelt wird. Bachs *Passacaglia in c-Moll* besteht aus einem eindrucksvollen Bassostinato, das in 20 Variationen variiert wird. Die *Passacaglia* erklingt in der Mitte der Veranstaltung „Wissenschaft und Orgel: Das Gehirn – Musikalische Erkundungen“.

Bach hinterließ ein umfangreiches Erbe, das sowohl seine Zeitgenossen als auch nachfolgende Generationen beeinflusste. Seine Musik wurde zu einem Eckpfeiler der westlichen klassischen Tradition und sein Einfluss ist in der Musikgeschichte von enormer Bedeutung. Bach erhielt posthum zahlreiche Ehrungen, und seine Werke sind bis heute ein zentraler Bestandteil des Repertoires für Organisten, Komponisten und Musiker weltweit.

Sofia Asgatowna Gubaidulina (1931)

Sofia Asgatowna Gubaidulina, geboren am 24. Oktober 1931 in Tschistopol, Tatarische Autonome Sowjetrepublik, ist eine der bedeutendsten russischen Komponistinnen des 20. und 21. Jahrhunderts. Sie wuchs in einer tatarisch-russischen Familie auf. Ihr Vater, Asgat Masgudowitsch Gubaidulin, war Ingenieurgeodät, während ihre Mutter, Fedossija Fedorowna, Lehrerin war. Ihre musikalische Ausbildung begann sie am Konservatorium von Kasan, wo sie Klavier und Komposition studierte. Nach ihrem Abschluss 1954 setzte sie ihre Studien am Moskauer Konservatorium fort und wurde dort mit einem Stalin-Stipendium ausgezeichnet.

Gubaidulina galt in der Sowjetunion als unkonventionelle Komponistin. Ihre Musik widersprach den Anforderungen des Sozialistischen Realismus, was

dazu führte, dass ihre Werke in den 1960er und 1970er Jahren in der Sowjetunion verboten waren. Trotz dieser Hindernisse erhielt sie Unterstützung von Dmitri Schostakowitsch, der sie ermutigte, ihren individuellen Stil beizubehalten. Gubaidulina begann, sich auch mit der Komposition von Filmmusik zu beschäftigen, um ihren Lebensunterhalt zu sichern.

Ein besonders bedeutendes Werk aus dieser Schaffensperiode ist das Orgelstück *Hell und Dunkel* (1976), das als viertes Orgelstück der Veranstaltung „Wissenschaft und Orgel: Das Gehirn – Musikalische Erkundungen“ erklingt. Dieses Stück illustriert Gubaidulinas Fähigkeit, tiefgründige Themen durch Musik zu vermitteln. *Hell und Dunkel* verwendet kontrastierende musikalische Strukturen, um die Dualität von Licht und Dunkelheit zu erforschen. Die Komposition zeichnet sich durch eine intensive Auseinandersetzung mit Klang und Raum aus und bietet eine meditative und dramatische Klanglandschaft, die sowohl die spirituelle als auch die emotionale Tiefe des Werkes unterstreicht.

Der Durchbruch für Gubaidulina kam 1981 mit der Uraufführung ihres Violinkonzerts *Offertorium*, das von dem Geiger Gidon Kremer interpretiert wurde. Dieser Erfolg ermöglichte ihr, internationale Anerkennung zu finden. In den folgenden Jahren erhielt sie zahlreiche Kompositionsaufträge und Auszeichnungen, darunter den Orden Pour le Mérite im Jahr 1999 und die Ehrenprofessur an den Konservatorien von Peking und Tianjin.

Seit 1992 lebt und arbeitet Sofia Gubaidulina in Deutschland. Sie ist Mitglied der Akademie der Künste in Berlin und der Freien Akademie der Künste in Hamburg sowie Ehrenmitglied der American Academy of Arts and Letters. Ihre Werke sind geprägt von einer tiefen spirituellen Dimension und experimentellen Ansätzen.

Susanne Hartwich-Düfel, Orgel

Kirchenmusikdirektorin Susanne Hartwich-Düfel erhielt ihren ersten Klavier- und Orgelunterricht in Erlangen u.a. bei Fanny Kistner-Hensel und Frieder Hofmann. Sie studierte Kirchenmusik sowie die Hauptfächer Orgel und Cembalo an der Hochschule für Musik in München u.a. bei Hedwig Bilgram, Roderich Kreile, Hanns-Martin Schneidt. Ihre Studien erweiterte sie in Meisterkursen u.a. bei Marie-Claire Alain, Karel Paukert, Christine Schornsheim, Luigi Talliavini und Andres Cea Galan.

Ab 1993 war sie als Kantorin an der Sebalduskirche Nürnberg beschäftigt, von 2001-2002 hatte sie kommissarisch die Gesamtleitung der Kirchenmusik an St. Sebald inne. Sie ist Preisträgerin des Orgelwettbewerbes der ION und trat mehrfach als Solistin des Staatsorchesters Nürnberg und der Jenaer Philharmonie auf. Konzertreisen führten sie in viele Städte Europas (u.a. Krakau, Glasgow, Prag), dazu kamen Uraufführungen, CD- und Rundfunkaufnahmen. Sie konzertierte mit namhaften Solisten in verschiedensten Besetzungen. Von 2004 bis 2019 war sie künstlerische Leiterin der Kammermusikreihe „Konzerte im Hirsvogelsaal“ des Nürnberger Tucherschlosses, in der sie gemeinsam mit international renommierten Künstlern musizierte.

Seit 2015 ist sie Kantorin an der St. Matthäuskirche Erlangen. Als Leiterin der renommierten Kantorei und des Vokalensembles St. Matthäus hat sie seitdem ein großes Spektrum an Oratorienliteratur vom Barock bis zur Moderne sowie A-cappella-Werke aller Epochen von der Renaissance bis zur Gegenwart aufgeführt und konzertiert auf der Orgel und dem Cembalo mit unterschiedlichsten Besetzungen, insbesondere seit 2021 auf der neuen Klais-Orgel. Dabei liegt, nicht zuletzt dank der Bauweise der Matthäuskirche als Konzertkirche, ein besonderes Augenmerk auf gemeinsamen Konzepten mit der Orgel und Instrumenten, Gesang, Tanz, Wissenschaft, Lyrik u.a.

Paul Steinmann, Impulsvorträge

Prof. Dr.-Ing. habil. Paul Steinmann leitet seit 2007 den Lehrstuhl für Technische Mechanik (LTM) an der FAU und ist Direktor des Glasgow Computational Engineering Centre (GCEC). Nach seiner Promotion zum Dr.-Ing. im Jahr 1992 erhielt er 1996 die Venia Legendi für Mechanik und wurde 1997 ordentlicher Professor an der TU Kaiserslautern.

Seine Forschung wurde vielfach ausgezeichnet, u. a. mit den Fellow Awards von IACM und EUROMECH (2006), dem Timoshenko Visiting Scholar Award der Stanford University (2007), zwei ERC Advanced Grants (2011 und 2022) und dem Royal Society Wolfson Research Merit Award (2017). Prof. Steinmann ist Mitglied in Editorial Boards führender Fachzeitschriften. Seine Forschungsschwerpunkte sind Materialmodellierung, Multiskalenmethoden, Multiphysik-Probleme, Nicht-Standard-Kontinua, Konfigurations-Versagens-Bruchmechanik, Biomechanik sowie Finite-Elemente- und Diskretisierungsmethoden. Neben zahlreichen Fachartikeln hat er zwei Bücher und vier Monographien herausgegeben.

Prof. Paul Steinmann engagiert sich in verschiedenen Gremien. Er war von 2001 bis 2007 im Auswahlausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für Graduiertenkollegs und hat zahlreiche Konferenzen und Workshops organisiert. Seit August 2021 ist er Mitglied des DFG-Auswahlgremiums für den Heinz Maier-Leibnitz-Preis. Seine Mitgliedschaften in Fachgesellschaften sowie seine Tätigkeit als Gutachter für Fachzeitschriften und Forschungsförderungsorganisationen ergänzen seine akademische Arbeit. Seit Dezember 2020 ist er Sonderbeauftragter für Strategische Entwicklung an der FAU.

Prof. Paul Steinmann ist Sprecher des SFB 1540 „Exploring Brain Mechanics“ (EBM), aus dem der wissenschaftliche Input für die Veranstaltung „Wissenschaft und Orgel: Das Gehirn – Musikalische Erkundungen“ stammt. Er wird die Einführungsvorträge halten und hat zudem die Auswahl der Musikstücke getroffen.

Andrea Dakkouri-Baldauf, Projektkoordination

Dr. rer. nat. Andrea Dakkouri-Baldauf studierte Chemie an der Universität Ulm und promovierte dort im Bereich der Oberflächen- und Elektrochemie. Nach ihrer Promotion war sie als Wissenschaftliche Assistentin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) tätig. Im Jahr 2023 übernahm sie die wissenschaftliche Koordination des Sonderforschungsbereichs SFB 1540 „Exploring Brain Mechanics“ (EBM).

In all ihren wissenschaftlichen Stationen waren ihre Forschung, Lehrtätigkeit und koordinative Arbeit interdisziplinär ausgerichtet. Sie vereinte Perspektiven der Physikalischen Chemie und verschiedener Bereiche der Materialwissenschaften und integrierte sowohl Grundlagenforschung als auch anwendungsorientierte Forschung.

Wissenschaft und Forschung erhalten gerade dann einen besonderen Mehrwert, wenn sie für alle zugänglich gemacht werden. In diesem Sinne leistet Dr. Andrea Dakkouri-Baldauf Wissenschaftskommunikation durch Projekte wie „The Sky is the Limit – MINT-Wissenschaftlerinnen an der FAU“, das besondere Lebenswege weiblicher Forschender beleuchtet, und nicht zuletzt in dieser Veranstaltung als Fusion von Wissenschaft und Orgelmusik.

Musik und Gesang begleiten die promovierte Chemikerin seit frühester Kindheit: Vom Ulmer Spatzenchor über weitere verschiedene Ulmer Chöre und Vokalensembles bis hin zur Erlanger Matthäuskantorei widmet sie sich bis heute der Chor- und Kirchenmusik.

FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN UND INSTITUTE

SFB 1540 EBM

Die Erforschung des Gehirns gehört zu den faszinierendsten und komplexesten Bereichen der Wissenschaft. Als Zentrum unseres Nervensystems steuert das Gehirn nicht nur alle Körperfunktionen, es erzeugt auch unsere Emotionen, Wahrnehmungen und Gedanken, die unser Verhalten bestimmen. Es lenkt unser Handeln und ist schließlich Sitz unseres bewussten Geistes. Trotz jahrzehntelanger Forschung sind viele seiner Geheimnisse noch ungelöst. Besonders spannend ist die Frage, wie mechanische Kräfte und physikalische Prozesse die Funktion und Gesundheit des Gehirns beeinflussen.

Genau hier setzt der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Sonderforschungsbereich SFB 1540 „Exploring Brain Mechanics“ (EBM) an. Hauptziel des Sonderforschungsbereichs ist es, mit innovativen Ansätzen die mechanischen Aspekte des zentralen Nervensystems, zu dem Gehirn und Rückenmark gehören, zu erforschen. Studien zeigen, dass mechanische Faktoren wie Zellkräfte und Gewebeeigenschaften eine entscheidende Rolle bei der Funktion und Entwicklung des Gehirns spielen. Das Bestreben des SFB 1540 EBM ist es, durch die Untersuchung dieser mechanischen Signale Fortschritte in den Neurowissenschaften zu erzielen und damit neue Möglichkeiten für die Diagnose und Behandlung neurologischer Erkrankungen zu eröffnen. Am SFB 1540 EBM sind über 70 Forscherinnen und Forscher aus sieben Instituten und Abteilungen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, des Universitätsklinikums Erlangen, des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts und der Charité – Universitätsmedizin Berlin beteiligt.



www.ebm.fau.de

ITM-Medienstudios FAU

Die Medienstudios des ITM (Institut für Theater- und Medienwissenschaft) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) bieten eine hochmoderne Infrastruktur für medientechnische Projekte und Forschungen. Die Studios sind für eine Vielzahl von Medienformaten ausgestattet und spielen eine zentrale Rolle in der Lehre sowie der Forschung.

Sie sind ein wesentlicher Bestandteil der medientechnischen Ausbildung und Forschung an der FAU und bieten umfassende Unterstützung bei der Entwicklung und Umsetzung anspruchsvoller Medienprojekte.

Für die Veranstaltung „Wissenschaft und Orgel: Das Gehirn – Musikalische Erkundungen“ wurde die visuelle Umsetzung der wissenschaftlichen Beiträge sowie die technische Durchführung vom Team des Medienstudios unter Leitung von Alexander Eichmüller und Alexander Becker realisiert.



www.theater-medien.phil.fau.de

Wir hoffen, dass Sie von der Veranstaltung inspiriert werden und neue Perspektiven auf die faszinierende Welt des Gehirns gewinnen.
Vielen Dank, dass Sie Teil dieses einzigartigen Erlebnisses sind!

Sollten Sie Fragen oder Anmerkungen zu den wissenschaftlichen Inhalten haben, stehen Ihnen Mitglieder des EBM-Teams nach der Veranstaltung gerne für Rückfragen und weiterführende Diskussionen zur Verfügung.



Veranstaltungsteam: Oben (von links nach rechts): Alexander Eichmüller, Alexander Becker, Maira Böhm, Susanne Hartwich-Düfel. Unten (von links nach rechts): Sonja Kuth, Jasmin Müller, Andrea Dakkouri-Baldauf, Paul Steinmann.

Nächste Veranstaltung in der Reihe „Wissenschaft und Orgel“:

Datum: Freitag, 11. Oktober 2024

Uhrzeit: 20:00 Uhr

Ort: Matthäuskirche Erlangen

Thema: „Licht und Musik“ (in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts)

Musik: Werke von Georg Friedrich Händel, Léon Boëllmann und Max Reger

Impulsvorträge: Dr. Leonhard Möckl

