



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

MATH

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2025

Institut für Mathematische Stochastik

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE STOCHASTIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg

Tel. 49 (0)391 67 58651

imst@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Anja Janßen - geschäftsführende Leiterin (ab 15.10.2025)

Prof. Dr. Claudia Kirch - geschäftsführende Leiterin (bis 14.10.2025)

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Anja Janßen

Prof. Dr. Claudia Kirch

NN

Professoren im Ruhestand:

Prof. em. Dr. Otfried Beyer

Prof. Dr. Gerd Christoph

Prof. Dr. Norbert Gaffke

Prof. Dr. Rainer Schwabe

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Mathematische Stochastik (Stochastische Prozesse): Prof. Dr. Gerd Christoph; apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle

- Asymptotische Methoden in der Stochastik
- Chebishev-Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen
- Grenzwertsätze für Stichproben mit zufälligen Stichprobenumfang
- Statistik in Abnutzungsprozessen mit unvollständiger Reparatur
- Optimale unvollständige Instandhaltung in Abnutzungsprozessen
- Optimale Instandhaltung in allgemeinen Ausfall-Reparatur-Prozessen bei diskreten Lebensdauerverteilungen

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik): Prof. Dr. Norbert Gaffke

- Statistische Regressionsmodelle
- Experimental Design: Theorie und Algorithmen
- Tests und Konfidenzschranken
- Statistische Modellierung interdisziplinär

Mathematische Stochastik (Angewandte Mathematische Stochastik): Prof. Dr. Anja Janßen

- Extremwerttheorie
- Nicht- und semiparametrische Extremwertstatistik
- Abhängigkeitsmodellierung

- Zeitreihenanalyse, insbesondere in Bezug auf das Extremwertverhalten
- Grenzwertsätze
- Anwendungen im Bereich der Wirtschaftswissenschaften, insbesondere im Risikomanagement und der Modellierung von Finanzzeitreihen

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik und Anwendungen): Prof. Dr. Claudia Kirch; Dr. Martin Wendler

- Zeitreihenanalyse und Signalverarbeitung
- Changepoint-Analyse und Daten-Segmentierung
- Probabilistische Unsicherheitsquantifizierung
- Computationelle und Machine-Learning-Methoden
- Funktionale/Hochdimensionale Daten
- Sequentielle Methoden
- Anwendungen in den Neurowissenschaften
- Nichtparametrische statistische Methoden

Mathematische Stochastik (Statistik und ihre Anwendungen): Prof. Dr. Rainer Schwabe; Dr. Heiko Großmann

- Planung und Auswertung statistischer Experimente
- Conjoint-Analyse (Psychologie, Marktforschung)
- Intelligenzforschung (Psychologie)
- Populationspharmakokinetik (Arzneimittelforschung)
- Adaptive und gruppensequenzielle Verfahren
- Diagnostische Studien mit räumlicher Datenstruktur und zeitlicher Verlaufskontrolle (Perimetrie in der Augenheilkunde)
- Klinische Dosisfindungsstudien
- Statistik in industriellen Anwendungen
- Multivariate Äquivalenz und Nichtunterlegenheit
- Multizentrische Studien
- Lineare, verallgemeinert lineare und nichtlineare gemischte Modelle
- Optimale Auswahl von Teilstichproben in großen Datenmengen

## 4. SERVICEANGEBOT

### Beratung und Unterstützung bei allen statistischen Fragestellungen

Das Institut für Mathematische Stochastik bietet Beratung zur Planung und statistischen Auswertung von Experimenten an, insbesondere:

- zur Unterstützung von Abschlussarbeiten bei der Konzeption und Durchführung von Studien
- bei der Stichproben-/ Versuchsplanung, Datengewinnung und Sicherstellung der Datenqualität
- bei der Auswahl und Anwendung geeigneter Analysemethoden
- bei der Interpretation und Präsentation der Untersuchungsergebnisse

### Dieses Angebot richtet sich an ...

- Studierende und Promovierende der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU)
- Ausgenommen sind Personen, die mit dem Fachbereich Medizin assoziiert sind. (Das Universitätsklinikum bietet über das Institut für Biometrie und Medizinische Informatik Statistikberatungen an.)

[http://www.statistik.ovgu.de/Statistische\\_Beratung.html](http://www.statistik.ovgu.de/Statistische_Beratung.html)

## 5. KOOPERATIONEN

- Annika Betken, University of Twente
- apl. Prof. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
- Dr. Daniel Vogel
- Dr. Dominic Edelmann, DKFZ Heidelberg, Deutschland
- Dr. Euan McGonigle, University of Southampton
- Dr. Frenkel, Beer Sheva, Israel Sami Shamoon College of Engineering, Israel
- Dr. Fritjof Freise, TiHo Hannover
- Dr. Marco Meyer, Leibniz Universität Hannover
- Dr. Phyllis Wan, Erasmus Universität Rotterdam
- Priv.-Doz. Dr. Norbert Benda, BfArM, Bonn
- Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden
- Prof. Dr. Alexander Aue, University of Davis
- Prof. Dr. Alicia Nieto-Reyes (University of Cantabria, Santander)
- Prof. Dr. Andreas Greven, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. Dennis Dobler, RWTH Aachen
- Prof. Dr. Efstatios Paparoditis, Cyprus Academy of Sciences
- Prof. Dr. Haeran Cho, University of Bristol
- Prof. Dr. Hans-Peter Piepho, Institute of Crop Science, Biostatistics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Hohenheim
- Prof. Dr. Heinz Holling, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Herold Dehling, Ruhr-Universität Bochum
- Prof. Dr. Holger Drees, Universität Hamburg
- Prof. Dr. Jeong Eun Lee, Auckland University, New Zealand
- Prof. Dr. Johan Segers, UCLouvain, Belgien
- Prof. Dr. Konietschke, Frank (Charité Berlin)
- Prof. Dr. Laura Gibson, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Luc Pronzato, Université de Nice, CNRS-13R
- Prof. Dr. Lukasz Smaga, Adam Mickiewicz University, Poland
- Prof. Dr. Markus Pauly, TU Dortmund, Deutschland
- Prof. Dr. Menggang Yu, University of WisconsinMadison, USA
- Prof. Dr. Radoslav Harman, Comenius-Universität Bratislava
- Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand
- Prof. Dr. Takeshi Emura, Kurume University, Japan
- Prof. Dr. Tamara Fernandez, Adolfo Ibanez University, Chile
- Prof. Dr. Thomas Kahle, FMA-IAG
- Prof. Dr. Timothy Kowalik, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Vladimir Ulyanov, Moskauer Staatliche Lomonosov-Universität, Russland

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

<b>Projektleitung:</b>	Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus
<b>Projektbearbeitung:</b>	Dr. rer. nat. Merle Munko
<b>Kooperationen:</b>	Prof. Dr. Markus Pauly, TU Dortmund, Deutschland
<b>Förderer:</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2022 - 31.10.2025

### Modellierung und Quantifizierung von Effektgrößen für faktorielle Daten in der Überlebenszeitanalyse -Teil II

Das Projekt wurde von Merle Munko an der OVGU weitergeführt und abgeschlossen.

Ziel dieses Vorhabens ist es, den erfolgreichen Weg der ersten Projektphase fortzusetzen und biostatistische Verfahren zur Effektquantifizierung in komplexen Designs mit 'time-to-event' Endpunkten (weiter) zu entwickeln. Diese sind motiviert durch interdisziplinäre Kooperationen der PIs mit medizinischen Kollegen von nationalen Universitätskliniken sowie auftretenden Problemen mit existierenden Verfahren aus der Literatur. Ein besonderer Fokus liegt deshalb auf gut interpretierbaren Estimands wie dem RMST (restricted mean survival time) sowie Situationen mit nichtproportionalen Hazards und/oder konkurrierenden Risiken wie sie bspw. in der Onkologie (insbesondere bei neuartigen Immuntherapien), bei bestimmten Autoimmunerkrankungen (wie multipler Sklerose) oder chronischen Atemwegserkrankungen (wie Asthma im Kindesalter) auftreten können.

Um für solche Settings vertrauensvolle biostatistische Inferenzmethoden (Punktschätzer, Konfidenzintervalle und -bereiche sowie Tests) zu entwickeln, werden auf methodischer Ebene bspw. permutations- und bootstrapbasierte Verfahren mit modernen Techniken der nichtparametrischen Statistik, des multiplen Testens und des maschinellen Lernens kombiniert. In ausgiebigen Simulationsstudien, gemeinsamen Analysen mit interdisziplinären Kooperationspartnern /innen sowie rekonstruierten Daten von aktuellen Studien wird die Methodik hinsichtlich Praktikabilität und Effizienz optimiert. Im Anschluss werden die Verfahren in R-Pakten und nutzerfreundlichen shiny-Apps einer breiten Maße von Biometrikern/innen zur flexiblen Analyse von komplexen 'time-to-event'-Daten zur Verfügung gestellt. Ausführliche Guidelines sowie eingängliche Zeitschriften-Artikel ermöglichen den einfachen und unmittelbaren Zugang zur Software.

---

<b>Projektleitung:</b>	Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus
<b>Projektbearbeitung:</b>	Dirk Schomburg
<b>Kooperationen:</b>	Prof. Dr. Konietschke, Frank (Charité Berlin)
<b>Förderer:</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2024 - 31.03.2025

### Effiziente nichtparametrische Analyse von diagnostischen und prognostischen Biomarkern

Das Projekt wird unter der Betreuung von Prof. Dr. Frank Konietschke fortgeführt und wurde bis März 2025 von Herrn Schomburg an der OVGU bearbeitet.

Diagnostische Studien zur Aussagekraft von Biomarkern sind ein sehr wichtiger Bestandteil der präklinischen, klinischen und translationalen Forschung. Allerdings basieren die aktuell verfügbaren Methoden primär auf der gesamten Fläche unter der ROC-Kurve (engl. Receiver Operating Characteristic) und geben somit jedem Punkt der ROC-Kurve das gleiche Gewicht. Dies führt in der Praxis jedoch teilweise zu irreführenden statistischen Aussagen, sodass diese Vorgehensweise nicht immer empfehlenswert ist. Dahingegen sind ROC-Methoden, die nur das medizinisch relevante ROC-Kurvensegment über Einschränkungen der Sensitivität und Spezifität berücksichtigen, sowie andere Gütemaße (z. B. Youden-Indizes) vielversprechender und statistisch informativer. Allerdings fehlen für

diese Kennzahlen statische Inferenzmethoden für generelle faktorielle Designs. Ziel dieses Projekts ist es diese Lücke zu schließen und die zugehörige Software zu implementieren. Der konkrete Arbeitsplan ist hierbei motiviert durch diverse reale Studien sowie aufgekommene methodische Fallstricke aus der eigenen statistischen Beratung.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, Prof. Dr. Norbert Gaffke  
**Projektbearbeitung:** Dr. Fritjof Freise  
**Förderer:** Sonstige - 01.01.2024 - 31.12.2025

### Optimales Design für allgemeine lineare gemischte Modelle

In vielen Anwendungssituationen, insbesondere bei klinischen Untersuchungen, können oft mehrere Beobachtungen bei einzelnen Untersuchungseinheiten gemacht werden. Die Beobachtungen innerhalb einer Untersuchungseinheit können dann zumeist nicht mehr als unabhängig angesehen werden. Ein gängiger Ansatz ist dann, gemischte Modelle zu betrachten, die neben den interessierenden festen Effekten der erklärenden Variablen auch zufällige, einheitenspezifische Effekte berücksichtigen. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, unter allgemein gehaltenen Modellannahmen, die sowohl Modelle mit zufälligen Koeffizienten, bei denen einige oder alle festen Effekte mit einheitenspezifischen zufälligen Abweichungen versehen sind, als auch longitudinale Beobachtungsmodelle, bei denen zusätzlich zufällige Zeiteffekte auftreten können, umfassen, Charakterisierungen optimaler Versuchsanordnungen zur Bestimmung der festen Effekte zu erhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, Dr. Heiko Großmann, Prof. Dr. Heinz Holling  
**Projektbearbeitung:** Dr. Nadja Malevich  
**Kooperationen:** Dr. Ulrike Graßhoff, Humboldt-Universität Berlin, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.12.2024 - 30.11.2027

### Optimale Versuchspläne für Thurstone'sche IRT-Modelle

Die grundlegenden Ziele dieses Projekts bestehen darin, optimale Versuchspläne für Thurstone'sche IRT-Modelle mit metrischen, binären und ordinalen Antworten zu entwickeln und analytisch zu charakterisieren, die eine hinreichend gute Schätzung der Traitscores erlauben. Zudem sollen binäre Paarvergleiche, die aus Rangreihen mit mehr als zwei Alternativen abgeleitet wurden, berücksichtigt werden. Optimale Versuchspläne sind im vorliegenden Fall dadurch definiert, dass Kombinationen solcher Werte von Itemparametern, Faktorladungen und Interzepts, bestimmt werden, die a-priori festgelegte Gütekriterien, wie z.B. Korrelation der geschätzten und wahren Traitscores, optimieren. Damit diese Modelle für die Personalauswahl sinnvoll eingesetzt werden können, sind lediglich positive Faktorladungen zugelassen. Diese Notwendigkeit, die aus Resultaten von Simulationsstudien folgt, erfordert die analytische Entwicklung neuartiger optimaler Versuchspläne. Über die in bisherigen einschlägigen Arbeiten entwickelten optimalen Designs hinausgehend sind hier insbesondere drei Anforderungen zu berücksichtigen: (a) die spezifische Form der Nichtlinearität, (b) die Einschränkung des Versuchsbereichs und (c) die Einschränkung, dass die Alternativen jeweils auf unterschiedlichen Faktoren laden. Damit die aus dem geplanten Projekt gewonnenen analytischen Erkenntnisse in der Praxis benutzerfreundlich umgesetzt werden können, soll ein entsprechendes R-Programm mit einer Shiny-Umgebung entwickelt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Anja Janßen  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Ziegenbalg Max  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2021 - 31.03.2026

### Reguläre Variation von stochastischen Netzwerken

Stochastische Netzwerke sind zufällige Graphen, die sich zeitdynamisch entwickeln, und zur Modellierung von Verbindungen (z.B. Freundschaften, Nachrichtenaustausch, etc.) zwischen Netzwerkteilnehmern im Zeitverlauf eingesetzt werden können. Eine Vielzahl von mathematischen Modellen existiert für die Spezifikation dieser Prozesse und für viele Anwendungen haben sich die sogenannten "Preferential Attachment Modelle" als sinnvoll erwiesen, in denen die Wahrscheinlichkeit für das Entwickeln einer neuen Verbindung positiv von der Anzahl der bereits vorhandenen Verbindungen eines Objektes abhängt. In diesen Modellen treten auf natürlichem Wege (Grad-)Verteilungen mit schweren Tails auf, wenn die Netzwerkgröße gegen unendlich geht. Bisher wurde jedoch allein dieses asymptotische Verhalten untersucht ohne Rücksicht auf die Tatsache, dass wir in der Realität stets Netzwerke mit einer endlichen, zufälligen Anzahl von Teilnehmern beobachten. Das Ziel dieses Projektes ist es,

diese Zufälligkeit in die Modellierung von stochastischen Netzwerken einfließen zu lassen und die resultierenden Netzwerke im Rahmen der Methoden der Extremwerttheorie zu untersuchen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Anja Janßen

**Projektbearbeitung:** M.Sc. Felix Reinbott

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2021 - 31.10.2025

### **Hauptkomponentenanalyse für multivariate Extremwerte**

Ziel dieses Projekts ist die Erforschung von Erweiterungen der klassischen Dimensionsreduktionstechnik der Hauptkomponentenanalyse (PCA) im Rahmen der multivariaten Extremwerttheorie. In diesem Rahmen besteht eine Herausforderung darin, dass im natürlichen Modellierungsrahmen nicht-negativer, maximal stabiler Vektoren die orthogonale Zerlegung im euklidischen Raum, die hinter der PCA für normalverteilte Daten steht, nicht mehr anwendbar ist. Stattdessen bietet sich die Max-Times-Algebra als geeigneterer Rahmen für eine Zerlegung der Abhängigkeitsstruktur an. In diesem Projekt wird untersucht, wie eine optimale Projektion eines max-stabilen Vektors in einen niedrigdimensionalen Raum effizient implementiert und theoretisch begründet werden kann und wie wir das Ergebnis für bestimmte Klassen von Modellen interpretieren können

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch

**Projektbearbeitung:** Dr. Felix Gnettner, Dr. Claudia Kirch

**Förderer:** Haushalt - 01.01.2025 - 31.03.2026

### **Sequentielle Monte-Carlo-Tiefenberechnung mit statistischen Garantien, die jederzeit gültig sind**

Statistische Tiefenfunktionen liefern Ordnungen in Räumen mit Dimensionen größer als eins, in denen eine natürliche Ordnung nicht existiert. Die Berechnung solcher Tiefenfunktionen kann selbst bei relativ geringen Dimensionen sehr aufwendig sein.

Wir stellen eine neuartige \textbf{se}quentielle \textbf{M}onte \textbf{C}arlo-Methode für die Berechnung von \textbf{d}Tiefenfunktionen und verwandten Größen (seMCD) vor, die ein Intervall, einen so genannten Bucket, ausgibt, zu dem die interessierende Größe mit einer vom Benutzer festgelegten hohen Wahrscheinlichkeit gehört. Für bestimmte Klassen von Tiefenfunktionen passen wir Algorithmen aus der sequentiellen Prüfung an, die Garantien für endliche Stichproben bieten. Für Tiefenfunktionen, die von unbekannten Verteilungen abhängen, bieten wir asymptotische Garantien unter Verwendung nichtparametrischer statistischer Methoden.

Im Gegensatz zur einfachen Monte-Carlo-Methode ist die Anzahl der im Algorithmus benötigten Stichproben zufällig, aber typischerweise viel kleiner als die in der Literatur vorgeschlagene Standardauswahl.

Die seMCD-Methode kann auf verschiedene Tiefenfunktionen angewendet werden, einschließlich der vereinfachten Tiefe und der integrierten ranggewichteten Tiefe, und deckt sowohl multivariate als auch funktionale Räume ab. Wir demonstrieren die Effizienz und Zuverlässigkeit unseres Ansatzes durch empirische Studien, die seine Anwendbarkeit bei der Erkennung von Ausreißern, der Klassifizierung und der Berechnung von Tiefenregionen unterstreichen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der seMCD-Algorithmus genaue Tiefenapproximationen mit weniger Monte-Carlo-Stichproben erreichen kann und dabei strenge statistische Garantien beibehält.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch

**Kooperationen:** Prof. Stefanie Schwaar (HTW Berlin)

**Förderer:** Haushalt - 01.01.2025 - 31.03.2026

### **Schätzung von Veränderungspunkten für nicht-lineare (Auto-)Regressionsprozesse mit Hilfe neuronaler Netzfunktionen**

Wir schlagen einen neuen Test zur Erkennung einer Veränderung in einer nichtlinearen (auto-)regressiven Zeitreihe sowie einen entsprechenden Schätzer für den unbekannten Zeitpunkt der Veränderung vor. Zu

diesem Zweck betrachten wir ein Modell mit höchstens einer Änderung und approximieren die unbekannte (Auto-)Regressionsfunktion durch ein neuronales Netz mit einer versteckten Schicht. Es wird gezeigt, dass der Test eine asymptotische Potenz von eins für einen breiten Bereich von Alternativen hat, die nicht auf Änderungen des Mittelwerts der Zeitreihe beschränkt sind. Darüber hinaus beweisen wir, dass der entsprechende Schätzer mit optimaler Rate zum wahren Änderungspunkt konvergiert und leiten die asymptotische Verteilung ab. Einige Simulationen veranschaulichen das Verhalten des Schätzers mit besonderem Augenmerk auf den falsch spezifizierten Fall, in dem die wahre Regressionsfunktion nicht durch ein neuronales Netz gegeben ist.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** Dr. Felix Gnettner, Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2025 - 31.03.2026

### **Eine neue und flexible Klasse scharfer asymptotischer zeitgleicher Vertrauensfolgen**

Konfidenzsequenzen sind jederzeit gültige Analoga klassischer Konfidenzintervalle, die bei fakultativer Fortführung der Datenerhebung nicht unter Multiplizitätsproblemen leiden. Wie in der klassischen Statistik sind asymptotische Konfidenzsequenzen ein nichtparametrisches Werkzeug, das zeigt, unter welchen hochrangigen Annahmen eine asymptotische Abdeckung erreicht wird, so dass sie auch eine gewisse Robustheitsgarantie gegenüber Verteilungsabweichungen bieten. In diesem Beitrag schlagen wir eine neue flexible Klasse von Konfidenzsequenzen vor, die unter milden Annahmen scharfe asymptotische zeitgleiche Konfidenzsequenzen liefert. Außerdem zeigen wir die Verbindung zu entsprechenden sequentiellen Testproblemen auf und erläutern das zugrundeliegende Grenzwertsatztheorem.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.05.2023 - 31.03.2026

### **Daten-Segmentierung für nicht-stationäre Zeitreihen**

Die Möglichkeit nicht-stationäre Zeitreihen in Segmente mit ähnlichem stochastischen Verhalten aufzuteilen zu können, ist eine zentrale Voraussetzung zur weiteren Analyse in vielen Anwendungsbereichen. Frühere Ansätze (Kirch, Reckruehm (2023)) arbeiten nur mit einer einzigen Bandbreite und einem Inspektionsparameter, was in der Regel zu einem Güte-Verlust führt. Eine bessere Performance ist zu erwarten, wenn die Information aus Verfahren mit verschiedenen Bandbreiten kombiniert wird (Multiskalen-Verfahren) und der Inspektionsparameter regelmäßig neu geschätzt wird. Genau hierum geht es in diesem Projekt: Hierbei muss zum einen auf computationelle Aspekte geachtet werden, zum anderen wird aber auch die mathematische Analyse deutlich komplexer.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch, Dr. Martin Wendler  
**Projektbearbeitung:** Hedvika Ranošová, Claudia Kirch  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2022 - 31.12.2025

### **Vollständig funktional gewichtete Tests für abrupte und allmähliche Ortsveränderungen in funktionalen Zeitreihen**

Änderungspunkttests für abrupte Änderungen des Mittelwerts funktionaler Daten, d. h. zufälliger Elemente in unendlich-dimensionalen Hilbert-Räumen, basieren entweder auf Dimensionsreduktionstechniken, z. B. auf der Grundlage von Hauptkomponenten, oder direkt auf einer funktionalen CUSUM-Statistik (kumulative Summe). Erstere wurden oft kritisiert, da sie nicht vollständig funktional sind und zu viele Informationen verlieren. Andererseits berücksichtigen sie im Gegensatz zu letzteren die Kovarianzstruktur der Daten, indem sie die nach der Dimensionsreduktion erhaltene CUSUM-Statistik mit der inversen Kovarianzmatrix gewichten. Als Mittelweg zwischen diesen beiden Ansätzen schlagen wir eine alternative Statistik vor, die die Kovarianzstruktur mit einem Offset-Parameter einbezieht, um ein skaleninvariantes Testverfahren zu erzeugen und die Aussagekraft zu

erhöhen, wenn die Veränderung nicht an den ersten Komponenten ausgerichtet ist. Wir verallgemeinern diese Tests auch auf die Situation allmählicher Änderungen des Mittelwerts. Wir leiten die asymptotische Verteilung unter der Nullhypothese ab und berücksichtigen dabei die Zeitabhängigkeit der Daten. Anhand empirischer Ergebnisse untersuchen wir das Verhalten der vorgeschlagenen Methoden, einschließlich der Erkennung abrupter und allmählicher Mittelwertänderungen, und stellen insbesondere fest, dass die neue Gewichtung tatsächlich zu einem guten Kompromiss zwischen den vorherigen Methoden führt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch

**Projektbearbeitung:** Claudia Kirch

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2022 - 31.12.2025

### **Erkennung mittlerer Veränderungen in teilweise beobachteten Funktionsdaten**

Wir entwickeln und analysieren Testverfahren für eine Änderung des Mittelwerts für eine Folge von funktionalen Beobachtungen, die nur teilweise auf Teilmengen des Bereichs beobachtet werden, ohne dass Informationen über das Komplement verfügbar sind. Der Rahmen berücksichtigt wichtige Szenarien, darunter sowohl abrupte als auch allmäßliche Veränderungen. Die Signifikanz der Teststatistik wird mittels eines Permutationstests bewertet. Neben dem klassischen Permutationsansatz mit einer festen Anzahl von Permutationsstichproben wird auch eine Variante mit kontrolliertem Resampling-Risiko diskutiert, die auf einer zufälligen (datengesteuerten) Anzahl von Permutationsstichproben beruht.

---

**Projektleitung:** Dr. Martin Wendler, Prof. Dr. Claudia Kirch

**Kooperationen:** Charles University Prague, Šárka Hudecová; Charles University Prague, Michal Pešta;  
Charles University Prague, Zdenek Hlávka; Charles University Prague, Marie Hušková

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.06.2022 - 31.05.2025

### **Allmähliche Funktionsänderungen**

Mit dem Vormarsch von Computern und Datenspeichern werden immer mehr Daten kontinuierlich während eines Zeitraums oder intermittierend zu einer Fülle von diskreten Zeitpunkten aufgezeichnet. Dies sind beides Beispiele für funktionale Daten, die darüber hinaus auch Zufallsfelder oder -verteilungen umfassen. Unsere Aufmerksamkeit gilt stochastischen Funktionen, die überwiegend durch Zufallskurven oder -flächen dargestellt werden, wobei jede Funktion als eine einzelne Beobachtung betrachtet wird. Diese Beobachtungen sind natürlich zeitlich geordnet und ändern sich möglicherweise mit der Zeit. Das Interesse gilt nicht einer einzelnen Veränderung bei jeder Kurve, sondern einer Veränderung des Musters über die gesamte Kurvenfolge hinweg. Fast alle bestehenden Methoden zur Erkennung von Veränderungen sind darauf ausgelegt, abrupte Brüche zu entdecken. Glatten strukturellen Veränderungen, die in der Praxis realistischer sein könnten, wurde bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Mit dem Vorteil der funktionalen Analyse und der empirischen Prozesse können wir fortgeschrittene statistische Werkzeuge wie Bootstrap oder Lasso einsetzen, um die allmähliche Veränderung der funktionalen Form in den Zeitreihen der Zufallskurven zu diagnostizieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, Priv.-Doz. Dr. Maryna Prus

**Kooperationen:** Dr. Lenka Filová, Comenius University, Bratislava

**Förderer:** Sonstige - 01.07.2024 - 31.12.2025

### **Optimales Design für Referenzkurven in der medizinischen Diagnostik**

In der medizinischen Diagnostik spielen Referenz- oder Normwertkurven eine wichtige Rolle zur Detektion pathologischer Abweichungen, die auf eine Erkrankung oder eine Schädigung hinweisen. Derartige Referenzkurven werden auf der Basis von Messungen bei gesunden Probanden erstellt. Bei der Erstellung ist sowohl die Variabilität innerhalb einzelner Probanden als auch zwischen verschiedenen Probanden zu berücksichtigen, um

valide Vorhersagebereiche zu erhalten. Hierzu können geeignete hierarchische Modelle verwendet werden, die die wesentlichen Charakteristika der für die Diagnostik benutzten Zielgröße in Abhängigkeit von einer oder mehreren Kovariablen beschreiben. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, im Hinblick auf die Sensitivität des resultierenden diagnostischen Verfahrens Kalibrierungsexperimente so zu planen, dass möglichst präzise Referenzbereiche unauffälliger Abweichungen bestimmt werden können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Irtefaa A. Neamah Al-Shaibani  
**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.09.2021 - 31.12.2025

### **Planung von Ringversuchen zur Bestimmung der Nachweisgrenze bei PCR-Tests**

PCR-Tests stellen hochsensitive Verfahren zum Nachweis von Nukleinsäuren dar. Diese Verfahren haben in den letzten Jahren eine weitgehende Akzeptanz bei routinemäßigen Tests erreicht, aber es bedarf weiterer Untersuchungen, um ihre Leistungsfähigkeit zu bewerten. Ein wichtiger Punkt ist dabei die Bestimmung der Nachweisgrenze, die als Maß für die Sensitivität des Verfahrens dient. Diese Nachweisgrenze kann in Ringversuchen bestimmt werden. Die dabei erhaltenen Ergebnisse werden sich jedoch gewöhnlich zwischen Laboren unterscheiden. Die am Ringversuch beteiligten Labore können als Repräsentanten aller Labore betrachtet werden, die dieses Verfahren anwenden. Die Variabilität zwischen den Laboren kann dann mit Hilfe von zufälligen Effekten modelliert werden. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, optimale oder zumindest effiziente Versuchsanordnungen zur Schätzung der Modellparameter, zur Bewertung der Laboreinflüsse und zur bestmöglichen Bestimmung der Nachweisgrenze zu entwickeln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Martin Radloff  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2019 - 30.11.2025

### **Optimales Design für Sphärische Versuchsbereiche (II)**

Die Gültigkeit statistischer Modelle ist oft auf einen lokalen Bereich der erklärenden Variablen beschränkt. Dieser wird in vielen Anwendungsbereichen als rechteckig angenommen, d.h. die erklärenden Variablen können unabhängig voneinander variieren. In manchen Situationen sind jedoch sphärische Bereiche sinnvoller, die durch einen beschränkten Euklidischen oder Mahalanobis-Abstand zu einem zentralen Punkt für die Versuchseinstellungen beschrieben werden können.

Ziel der Versuchsplanung ist es, optimale oder zumindest effiziente Einstellungen für die erklärenden Variablen zu bestimmen, um die Qualität der statistischen Analyse zu optimieren. Beim Vorliegen klassischer linearer Regressionsmodelle sind Charakterisierungen optimaler Designs für sphärische Versuchsbereiche mit Hilfe von Invarianzen und Symmetrien schon seit längerem bekannt. Fragestellung dieses Projekts ist es, für die in der statistischen Praxis zunehmend verwendeten verallgemeinerten linearen Modelle bzw. nichtlinearen Modelle optimale Designs auf derartigen sphärischen Versuchsbereichen zu bestimmen. Erste Ergebnisse für Poisson-verteilte Zähldaten zeigen deutliche Abweichungen der hierfür benötigten optimalen Designs von denjenigen für klassische lineare Modelle.

## **7. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPOSATE AUF MESSEN**

Prof. Dr. Anja Janßen: Mitglied des Scientific Committee der 14th International Conference on Extreme Value Analysis (EVA 2025): 23.07.-27.07.2025 in Chapel Hill, North Carolina, USA.

## 8. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Baumeister, Marléne; Munko, Merle; Gladow, Kai-Philipp; Ditzhaus, Marc; Chakarov, Nayden; Pauly, Markus**

Early and late buzzards - comparing different approaches for quantile-based multiple testing in heavy-tailed wildlife research data

Biometrical journal - Berlin : Wiley-VCH, Bd. 67 (2025), Heft 4, Artikel e70065, insges. 19 S.

[Imp.fact.: 1.8]

**Gnettner, Felix; Kirch, Claudia**

A new and flexible class of sharp asymptotic time-uniform confidence sequences

Statistics & probability letters - Amsterdam : Elsevier Science, Bd. 226 (2025), Artikel 110462, insges. 6 S.

[Imp.fact.: 0.7]

**Janssen, Anja; Ziegenbalg, Max**

Multivariate regular variation of preferential attachment models

Advances in applied probability - Cambridge : Cambridge University Press, Bd. 57 (2025), Heft 3, S. 1068-1100

**Kirch, Claudia; Klein, Philipp; Meyer, Marco**

Scan statistics for the detection of anomalies in M -dependent random fields with applications to image data\*

Journal of the American Statistical Association - Abingdon : Taylor & Francis . - 2025, insges. 28 S. ;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.0]

**Kirch, Claudia; Lahiri, Soumendra; Binder, Harald; Brannath, Werner; Cribben, Ivor; Dette, Holger; Doeblер, Philipp; Feng, Oliver; Gandy, Axel; Greven, Sonja; Hammer, Barbara; Harmeling, Stefan; Hotz, Thomas; Kauermann, Göran; Krause, Joscha; Krempel, Georg; Nieto-Reyes, Alicia; Okhrin, Ostap; Ombao, Hernando; Pein, Florian; Pešta, Michal; Politis, Dimitris; Qin, Li-Xuan; Rainforth, Tom; Rauhut, Holger; Reeve, Henry; Salinas, David; Schmidt-Hieber, Johannes; Scott, Clayton; Segers, Johan; Spiliopoulou, Myra; Wilhelm, Adalbert; Wilms, Ines; Yu, Yi; Lederer, Johannes**

Challenges and opportunities for statistics in the era of data science

Harvard data science review - Cambridge, MA : MIT Press, Bd. 7 (2025), Heft 2, insges. 60 S.

**Kirch, Claudia; Lederer, Johannes**

Discussion of Jessica Hullman, Ari Holtzman, and Andrew Gelman's article in Sankhya A - artificial intelligence and aesthetic judgment

Sankhyā. Series A, Mathematical statistics and probability - New Delhi [u.a.]: Springer India . - 2025, insges. 3 S. ;

[Online first]

**Kirch, Claudia; Meier, Alexander; Meyer, Renate; Tang, Yifu**

Asymptotic considerations in a Bayesian linear model with nonparametrically modelled time series innovations

Journal of nonparametric statistics - Abingdon : Taylor & Francis . - 2025, insges. 33 S.

[Imp.fact.: 0.9]

**Kirch, Claudia; Schwaar, Stefanie**

Estimation of change points for non-linear (Auto-)regressive processes using neural network functions

Journal of time series analysis - Oxford [u.a.]: Wiley-Blackwell . - 2025, insges. 18 S. ;

[Oline first]

[Imp.fact.: 1.0]

**Munko, Merle; Ditzhaus, Marc; Pauly, Markus; Smaga, Łukasz**

Multiple comparison procedures for simultaneous inference in functional MANOVA

Electronic journal of statistics - Ithaca, NY : Cornell University Library, Bd. 19 (2025), Heft 1, S. 2637-2732

[Imp.fact.: 0.9]

**Munko, Merle; Dobler, Dennis; Ditzhaus, Marc**

Multiple tests for restricted mean time lost with competing risks data

Biometrics - [Oxford]: Oxford University Press, Bd. 81 (2025), Heft 3, Artikel ujaf086, insges. 10 S.

[Imp.fact.: 1.7]

**Paparoditis, Efstatios; Wegner, Lea; Wendler, Martin**

Functional sieve bootstrap for the partial sum process with an application to change-point detection

Journal of time series analysis - Oxford [u.a.]: Wiley-Blackwell . - 2025, insges. 9 S. ;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.0]

**Parsamaram, Parisa; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

Optimal design in repeated testing for count data

Journal of statistical planning and inference - Amsterdam : North-Holland Publ. Co., Bd. 241 (2026), Artikel 106334, insges. 15 S.

[Imp.fact.: 0.8]

**Röttger, Frank; Kahle, Thomas; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for discrete choice models via graph laplacians

Journal of statistical theory and practice - Cham : Springer International Publishing, Bd. 19 (2025), Heft 3, Artikel 57, insges. 31 S.

[Imp.fact.: 0.9]

## NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Drenda, Carolin; Dobler, Dennis; Munko, Merle; Titman, Andrew**

Comparison of estimators for multi-state models in potentially non-markov processes

Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2025, Artikel 2510.24453, insges. 68 S. ;

[Online first]

**Gilmour, Steven G; Goos, Peter; Großmann, Heiko**

Pure error REML for analyzing data from multi-stratum designs

Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2025, Artikel 2504.16531, insges. 32 S. ;

[Online first]

**Gnettner, Felix; Kirch, Claudia; Nieto-Reyes, Alicia**

seMCD: Sequentially implemented Monte Carlo depth computation with statistical guarantees

Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2025, Artikel 2507.06227, insges. 27 S.

**Hudecová, Šárka; Kirch, Claudia**

Detection of mean changes in partially observed functional data

Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2025, Artikel 2510.07854, insges. 35 S.

**Tang, Yifu; Kirch, Claudia; Lee, Jeong Eun; Meyer, Renate**

Bayesian nonparametric spectral analysis of locally stationary processes

Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2025, Artikel 2303.11561, insges. 65 S.

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Christoph, Gerd; Ulyanov, Vladimir V.**

Asymptotic properties of statistics based on samples with random sizes

International Encyclopedia of Statistical Science , 2nd ed. 2025. - Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg ; Lovric, Miodrag, S. 115-122

## DISSERTATIONEN

### **Munko, Merle**

Inference for meaningful estimands in factorial survival designs and competing risks settings

Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2025, 1 Online-Ressource (109 Seiten, 5.03 MB) ;

[Literaturverzeichnis: Seite 71-74]