



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2024

Institut für Mathematische Stochastik

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE STOCHASTIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58651, Fax 49 (0)391 67 41172  
imst@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus (bis 11.09.2024)  
Prof. Dr. Anja Janßen  
Prof. Dr. Claudia Kirch - geschäftsführende Leiterin (seit 01.09.2021)  
Dr. Heiko Großmann  
Dr. Martin Wendler

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus (bis 11.09.2024)  
Prof. Dr. Anja Janßen  
Prof. Dr. Claudia Kirch

apl. Prof. Dr. Berthold Heiligers (extern)  
Priv.-Doz. Dr. Maryna Prus (extern)

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 (Biostatistik): Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus

- Überlebenszeitanalyse
- Faktorielle Designs
- Multiples Testen
- Resamplingverfahren

- Nichtparametrische Statistik
- Funktionale Daten
- Anwendungen in den Lebenswissenschaften

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
- Change-point-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, VU Amsterdam, The Netherlands
- 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. 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 Wisconsin Madison, USA
- Prof. Dr. Olimjon Sh. Sharipov, National University of Usbekistan
- 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

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus, Prof. Dr. Frank Konietzschke  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2024 - 31.03.2027

### **Effiziente nichtparametrische Analyse von diagnostischen und prognostischen Biomarkern**

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 Projekt 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:** Jun.-Prof. Dr. Marc Ditzhaus  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2022 - 31.10.2025

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

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 vertrauenswürdige 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-Paketen 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.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, Prof. Dr. Norbert Gaffke  
**Projektbearbeitung:** Dr. Fritjof Freise  
**Förderer:** Sonstige - 01.01.2024 - 30.06.2025

### **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. Felix Reinbott  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2021 - 31.10.2025

### **Principal component analysis for multivariate extremes**

The aim of this project is to explore extensions of the classical dimension reduction technique of principal component analysis (PCA) to the setting of multivariate extreme value theory. In this setting, a challenging aspects is that in the natural modelling framework of non-negative max-stable vectors the orthogonal decomposition in the Euclidean space standing behind the PCA for normally distributed data is no longer applicable. Instead, the max-times-algebra lends itself to a more suitable framework for a decomposition of the dependence structure. This project explores how an optimal projection of a max-stable vector into a lower dimensional space can be implemented efficiently, justified theoretically and how we can interpret the result for specific classes of models

**Projektleitung:** Prof. Dr. Anja Janßen  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Ziegenbalg Max  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2021 - 31.03.2025

### **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  
**Kooperationen:** Phyllis Wan, Erasmus School of Economics, Erasmus University Rotterdam  
**Förderer:** Haushalt - 01.06.2023 - 31.10.2024

### **An Overview over Clustering for Extremes**

In this project we provide an overview over several clustering methods for extremes by shedding light on similarities and differences between the three methods of k-means clustering, k-principal components clustering and spherical clustering which are applied to the (estimated) spectral measure of a multivariate extreme value distribution. The aim is also to provide some practical guidelines about the implementations of all three methods.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.05.2023 - 15.05.2026

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

Die Möglichkeit nicht-stationäre Zeitreihen in Segmente mit ähnlichem stochastischen Verhalten aufteilen zu können, ist eine zentrale Voraussetzung zur weiteren Analyse in vielen Anwendungsgebieten. 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  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2022 - 31.12.2025

### **Graduelle Strukturänderungen in funktionalen Daten**

Durch Fortschritte in der Datenverarbeitung sind zunehmend zeitkontinuierliche Datensätze verfügbar bzw. Daten zu diskreten Zeitpunkten in dichter Folge. Dies sind beides Beispiele für sogenannte funktionale Daten, die auch Zufallsfelder oder Zufallsprozesse auf Mannigfaltigkeiten umfassen. Wir wollen unsere Aufmerksamkeit stochastischen Funktionen widmen, die sich in den meisten Fällen als zufällige Kurven oder Oberflächen darstellen lassen, und betrachten dabei jede Funktion als eine Beobachtung in einem Funktionenraum. Diese Beobachtungen sind natürlich geordnet bezüglich der Zeit und können sich im Zeitablauf ändern. Das Interesse liegt dabei nicht auf einer Veränderung innerhalb der einzelnen Kurven, sondern eine Veränderung in der Struktur der Kurven im Zeitablauf. Fast alle bisherigen Methoden zur Strukturbrucherkennung wurden entwickelt, um abrupte Änderungen zu erkennen. Allmähliche Änderungen der Struktur haben bis jetzt wenig Beachtung gefunden, obwohl diese realistischer für die Praxis sein könnten. Mithilfe funktionaler Grenzwertsätze und empirische Prozesse möchten wir fortgeschrittene statistische Methoden wie Bootstrap oder LASSO anwenden, um graduelle Änderungen der funktionalen Form in der Zeitreihe von Kurven diagnostizieren.

---

**Projektleitung:** Dr. Martin Wendler, Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Charles University Prague, Zdenek Hlávka; Charles University Prague, Michal Pešta; Charles University Prague, Šárka Hudecová; Charles University Prague, Marie Hušková  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.06.2022 - 31.05.2025

### **Gradual Functional Changes**

With the advance of computer facilities and data storage warehouses, more and more data are being recorded continuously during a time period or intermittently at plethora of discrete time points. These are both examples of functional data, which furthermore embrace random fields or manifolds. Our attention is devoted to stochastic functions predominantly represented by random curves or surfaces, where every function is considered as a single observation. These observations are naturally ordered with respect to time and possibly changing over time. The interest is not in an individual change within each curve, but in a change of the pattern across the sequence of curves. Almost all existing change detection methods are designed to discover abrupt breaks. Little attention has been paid to smooth structural changes, which may be more realistic in practice. With the vantage of functional analysis and empirical processes, we can deploy advanced statistical tools like bootstrap or lasso to diagnose the gradual change of functional form in the time series of random curves.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand; Dr. Alexander Meier; Yifu Tang, University of Auckland  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2024

### **Bayessche semiparametrische Modelle mit Zeitreihenfehlern**

Die Bayessche Zeitreihenanalyse erfreut sich zunehmend wachsender Beliebtheit in der Fachliteratur. Oft geht man hierbei in der Modellierung von einer stationären zentrierten Zeitreihe aus.

In vielen relevanten Fällen stellt eine solche Zeitreihe jedoch nicht das primäre Objekt von Interesse dar, sondern wird lediglich als Fehlerterm in einem Modell mit zusätzlichem (endlichdimensionalem) "Parameter von Interesse" zugrunde gelegt.

Beispiele hierfür reichen von linearen Modellen (mit Modelkoeffizienten als Parameter von Interesse) über Strukturbruch-Modelle (mit den Strukturbrüchen als Parameter von Interesse) bis hin zur nichtlinearen Regression (mit Regressionsfunktion als Parameter von Interesse).

Wenn man sich für den Fehlerterm nicht auf ein endlichdimensionales Zeitreihenmodell beschränken möchte, besteht die Möglichkeit, diesen nichtparametrisch zu modellieren – man spricht in diesem Fall von einem semiparametrischen Modell.

Obwohl es einige Arbeiten zu Bayesschen semiparametrischen Modellen in der Fachliteratur gibt, sind dennoch wenig semiparametrische Ansätze im Zeitreihen-Kontext entwickelt worden.

Insbesondere mit Blick auf asymptotische Betrachtungen gibt es zudem kaum theoretische Erkenntnisse.

Wir betrachten ein Bayessches semiparametrisches lineares Modell, mit Fehlerterm bestehend aus einer stationären zentrierten Zeitreihe, welche nichtparametrisch mit einem Bernstein-Hpd-Gamma Prior für die Spektraldichtematrix im Zusammenspiel mit der Whittle Likelihood modelliert wird.

Die Resultate des Verfahrens werden in einer vergleichenden Simulationsstudie evaluiert.

Für den wichtigen Spezialfall des Erwartungswert-Modells werden zudem Kontraktionsraten der gemeinsamen a posteriori Verteilung sowie ein Bernstein-von-Mises Resultat für die marginale a posteriori Verteilung des Erwartungswerts hergeleitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, Maryna Prus  
**Projektbearbeitung:** Dr. Lenka Filová  
**Kooperationen:** Dr. Lenka Filová, Comenius University, Bratislava  
**Förderer:** Sonstige - 01.07.2024 - 30.06.2025

### **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 verwandt werden, die die wesentlichen Charakteristika der für die Diagnostik benutzten Zielgröße in Abhängigkeit von einer oder mehrerer 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 - 31.03.2025

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

PCR-Tests stellen hocheffiziente 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 - 31.12.2024

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

Die Gültigkeit statischer 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.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Torsten Reuter  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Sonstige - 01.04.2024 - 05.12.2024

### **Optimales Sampling Design für Big Data (II)**

Dank moderner Informationstechnologie besteht heutzutage die Möglichkeit, riesige Datenmengen zu sammeln, die sowohl im Hinblick auf die Anzahl der Beobachtungseinheiten (Umfang des Datensatzes) als auch hinsichtlich der Anzahl der Merkmale (multivariate Beobachtungen) von immenser Dimension sind und die häufig als massive Daten oder "Big Data" bezeichnet werden. Die reine Verfügbarkeit derartiger Big Data führt jedoch nicht zwangsläufig zu neuen Erkenntnissen über kausale Zusammenhänge innerhalb der Daten. Stattdessen kann die schiere Masse an Daten ernsthafte Probleme bei der statistischen Analyse verursachen. Zudem sind in vielen Situationen Teile (gewisse Merkmale) in den Daten einfach oder kostengünstig zu beobachten, während die Ausprägungen anderer, besonders interessierender Merkmale nur schwierig oder mit großen Kosten zu erhalten sind. Daher sind Vorhersagen für die Ausprägungen kostenintensiver Merkmale wünschenswert. Dieses kann mit klassischen statistischen Methoden erreicht werden, wenn für eine geeignete Teilstichprobe sowohl die Ausprägungen für die einfach als auch für die schwierig zu beobachtenden Merkmale verfügbar sind. Um Kosten zu reduzieren und/oder die Genauigkeit der Vorhersage zu verbessern, besteht ein Bedarf an optimalen Auswahlverfahren für Stichproben. In diesem Kontext können Konzepte aus der ursprünglich für technische Experimente entwickelten Theorie optimaler Designs unkonventionell genutzt werden, um effiziente Strategien für die Stichprobenauswahl zu entwickeln. Grundlegende Konzepte wie Relaxation auf stetige Verteilungen der Daten und Symmetrieeigenschaften können dabei zu einer wesentlichen Reduktion der Komplexität und somit zu praktikablen Lösungen führen. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, diese allgemeinen Ideen zu konkretisieren und sie auf ein solides theoretisches Fundament zu stellen, um sie somit für die Auswertung realer Datensätze verwertbar zu machen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Torsten Reuter  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2024

### **Optimales Sampling Design für Big Data**

Dank moderner Informationstechnologie besteht heutzutage die Möglichkeit, riesige Datenmengen zu sammeln, die sowohl im Hinblick auf die Anzahl der Beobachtungseinheiten (Umfang des Datensatzes) als auch hinsichtlich der Anzahl der Merkmale (multivariate Beobachtungen) von immenser Dimension sind und die häufig als massive Daten oder "Big Data" bezeichnet werden. Die reine Verfügbarkeit derartiger Big Data führt jedoch nicht zwangsläufig zu neuen Erkenntnissen über kausale Zusammenhänge innerhalb der Daten. Stattdessen kann die schiere Masse an Daten ernsthafte Probleme bei der statistischen Analyse verursachen. Zudem sind in vielen Situationen Teile (gewisse Merkmale) in den Daten einfach oder kostengünstig zu beobachten, während die Ausprägungen anderer, besonders interessierender Merkmale nur schwierig oder mit großen Kosten zu erhalten sind. Daher sind Vorhersagen für die Ausprägungen kostenintensiver Merkmale wünschenswert. Dieses kann mit klassischen statistischen Methoden erreicht werden, wenn für eine geeignete Teilstichprobe sowohl die Ausprägungen für die einfach als auch für die schwierig zu beobachtenden Merkmale verfügbar sind. Um Kosten zu reduzieren und/oder die Genauigkeit der Vorhersage zu verbessern, besteht ein Bedarf an optimalen Auswahlverfahren für Stichproben. In diesem Kontext können Konzepte aus der ursprünglich für technische Experimente entworfenen Theorie optimaler Designs unkonventionell genutzt werden, um effiziente Strategien für die Stichprobenauswahl zu entwickeln. Grundlegende Konzepte wie Relaxation auf stetige Verteilungen der Daten und Symmetrieeigenschaften können dabei zu einer wesentlichen Reduktion der Komplexität und somit zu praktikablen Lösungen führen. Ziel des vorliegenden Projekts ist es, diese allgemeinen Ideen zu konkretisieren und sie auf ein solides theoretisches Fundament zu stellen, um sie somit für die Auswertung realer Datensätze verwertbar zu machen.

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Aue, Alexander; Kirch, Claudia**

The state of cumulative sum sequential changepoint testing 70 years after Page  
Biometrika - London : Biometrika Trust, Bd. 111 (2024), Heft 2, S. 367-391  
[Imp.fact.: 2.7]

**Aurzada, Frank; Kirch, Claudia; Stoffregen, Niclas**

Ein Praxisbericht zur Kombination digitaler Elemente mit interaktiven Präsenzzeiten in der Mathematik-Lehre  
Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung / Deutsche Mathematiker-Vereinigung - Berlin : DMV,  
Bd. 31 (2024), Heft 4, S. 220-227

**Baumeister, Marlène; Ditzhaus, Marc; Pauly, Markus**

Quantile-based MANOVA - a new tool for inferring multivariate data in factorial designs  
Journal of multivariate analysis - Orlando, Fla. : Acad. Press, Bd. 199 (2024), Artikel 105246, insges. 17 S.  
[Imp.fact.: 1.6]

**Cho, Haeran; Kirch, Claudia**

Data segmentation algorithms - univariate mean change and beyond  
Econometrics and statistics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier B.V, Bd. 30 (2024), S. 76-95

**Dehling, Herold; Vuk, Kata; Wendler, Martin**

Power of weighted test statistics for structural change in time series  
Electronic journal of statistics - Ithaca, NY : Cornell University Library, Bd. 18 (2024), Heft 1, S. 2208-2240

**Freise, Fritjof; Gaffke, Norbert; Schwabe, Rainer**

A p-step-ahead sequential adaptive algorithm for D-optimal nonlinear regression design  
Statistical papers - Berlin : Springer, Bd. 65 (2024), Heft 5, S. 2811-2834

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

Symmetrisation of a class of two-sample tests by mutually considering depth ranks including functional spaces  
Electronic journal of statistics - Ithaca, NY : Cornell University Library, Bd. 18 (2024), Heft 2, S. 3021-3106  
[Imp.fact.: 1.1]

**Kirch, Claudia; Reckruehm, Kerstin**

Data segmentation for time series based on a general moving sum approach  
Annals of the Institute of Statistical Mathematics / Tōkei-Sūri-Kenkyūsho - Dordrecht [u.a.]: Springer Science +  
Business Media B.V, Bd. 76 (2024), Heft 3, S. 393-421  
[Imp.fact.: 0.8]

**Liu, Yixuan; Kirch, Claudia; Lee, Jeong Eun; Meyer, Renate**

A nonparametrically corrected likelihood for Bayesian spectral analysis of multivariate time series  
Computational statistics & data analysis - Amsterdam : Elsevier Science, Bd. 199 (2024), Artikel 108010, insges.  
18 S.  
[Imp.fact.: 1.5]

**Shat, Helmi; Schwabe, Rainer**

Experimental designs for accelerated degradation tests based on linear mixed effects models  
Communications in statistics. Theory and methods - London : Taylor and Francis, Bd. 53 (2024), Heft 6, S.  
2154-2177 ;  
[Online first]

**Venedey, Vera; Holling, Heinz; Steiner, Thomas; Schrader, Mark; Grossmann, Heiko; Hoenig, Christian**

Patient preferences for surgical treatments for benign prostatic hyperplasia - A discrete choice experiment  
JU Open plus - Wolters Kluwer Health, Bd. 2 (2024), Heft 11, insges. 9 S.

**Wegner, Lea; Wendler, Martin**

Robust change-point detection for functional time series based on U-statistics and dependent wild bootstrap  
Statistical papers - Berlin : Springer, Bd. 65 (2024), S. 4767-4810

**NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze**

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

Asymptotic considerations in a Bayesian linear model with nonparametrically modelled time series innovations  
Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2024, insges. 36 S.

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

Optimal design in repeated testing for count data  
Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2024, insges. 26 S.

**Reinbott, Felix; Janßen, Anja**

Principal component analysis for max-stable distributions  
Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2024, insges. 34 S.

**Reuter, Torsten; Schwabe, Rainer**

Poisson Regression in one Covariate on Massive Data  
De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2024, insges. 16 S.

**BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge**

**Konradt, Swantje; Rottengruber, Hermann**

Influence of the design of an electric Powertrain (FCEV / BEV) on the use of rare earths  
Proceedings of the 45th International Vienna Motor Symposium 24 - 26 April 2024 , 1. Auflage - Wien :  
Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK) ; Bernhard, Geringer, insges. 13 S. ;  
[Symposium: 45th International Vienna Motor Symposium, Wien, 24-26 May 2024]

**DISSERTATIONEN**

**Gnettner, Felix; Kirch, Claudia [AkademischeR BetreuerIn]**

Depth functions for multivariate and functional data - computation and statistical inference  
Magdeburg, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2024, 108 Seiten  
;  
[Literaturverzeichnis: Seite 101-107][Literaturverzeichnis: Seite 101-107]