



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2018

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

Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
Prof. Dr. Claudia Kirch  
Prof. Dr. Rainer Schwabe - geschäftsführender Leiter  
apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle  
Dr. Heiko Großmann

## 2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
Prof. Dr. Claudia Kirch  
Prof. Dr. Rainer Schwabe  
apl. Prof. Dr. Berthold Heiligers (extern)  
apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle  
Professoren im Ruhestand:  
Prof. em. Dr. Otfried Beyer  
Prof. Dr. Gerd Christoph  
Prof. Dr. Norbert Gaffke

## 3. Forschungsprofil

Mathematische Stochastik (Mathematische Statistik und Maschinelles Lernen): Prof. Dr. Alexandra Carpentier

- High or Infinite-Dimensional Adaptive Inference
- Uncertainty Quantification and Adaptive Confidence Sets
- Composite-Composite Testing Theory
- Sequential Sampling, Bandit Theory
- Optimisation of Computational Resources
- Inverse Problems and Compressed Sensing
- Applications in Statistical Problems (like regression/non-parametric estimation/matrix completion/extreme value theory/anomaly detection, etc)

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

- Asymptotische Methoden in der Stochastik
- Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen
- 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 (Mathematische Statistik): Prof. Dr. Claudia Kirch

- Zeitreihenanalyse
- Changepoint-Analyse
- Resampling-Verfahren für Zeitreihen
- Statistische Methoden im Frequenzbereich
- Sequentielle Methoden
- Funktionale/Hochdimensionale Daten
- Bayessche semiparametrische Verfahren zur Zeitreihenanalyse

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

## 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

- Dr. Celine Duval, Universite Paris Descartes, France
- Dr. Debarghya Ghoshdastidar, Universitaet Tuingen, Germany
- Dr. Etienne Roquain, Universite Paris VI, France
- Dr. Frenkel, Beer Sheva, Israel Sami Shamoon College of Engineering, Israel
- Dr. Fritjof Freise, TU Dortmund
- Dr. Maureen Cerc, INRIA Sophia Antipolis, France
- Dr. Michal Valko, INRIA Lille Nord Europe, France
- Dr. Nicolas Verzelen, INRA Montpellier, France
- Dr. Olga Klopp, ESSEC Business School, France
- Dr. Patricio Maturana Russel, Auckland University, New Zealand
- Dr. Sylvain Delattre, Universite Paris VI, France
- Juliette Achdou, HEC and Telecom Paris, France
- Oleksandr Zadorozhnyi, Universitaet Potsdam, Germany
- Priv.-Doz. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel
- Priv.-Doz. Dr. Norbert Benda, BfArM, Bonn
- Prof. Dr. Andreas Greven, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. Arlene K.H. Kim, Sungshin Women's University, Korea
- Prof. Dr. Bharath Sriperumbudur, Penn State University, USA
- Prof. Dr. Christian Paroissin, Universität Pau, Frankreich
- Prof. Dr. Gilles Blanchard, Universitaet Potsdam, Germany
- Prof. Dr. Haeran Cho, University of Bristol

- Prof. Dr. Heinz Holling, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Hernando Ombao, University of California, Irvine
- Prof. Dr. Idris Eckley, Lancaster University
- Prof. Dr. John Aston, University of Cambridge
- Prof. Dr. Laura Gibson, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Luc Pronzato, Université de Nice, CNRS-13R
- Prof. Dr. Radoslav Harman, Comenius-Universität Bratislava
- Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand
- Prof. Dr. Richard Nickl, University of Cambridge, UK
- Prof. Dr. Samory Kpotufe, Princeton University, USA
- Prof. Dr. Sophie Mercier, Universität Pau, Frankreich
- Prof. Dr. Timothy Kowalik, University of Massachusetts Medical School, USA
- Prof. Dr. Ulrike von Luxburg, Universität Tübingen, Germany

## 6. Forschungsprojekte

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2018 - 31.10.2021

### Teilnahme an dem GK Daedalus mit der TU Berlin

The main goal of DAEDALUS is the analysis of the interplay between incorporation of data and differential equation-based modeling, which is one of the key problems in model-based research of the 21st century. DAEDALUS focuses both on theoretical insights and on applications in life sciences (brain-computer interfaces and biochemistry) as well as in fluid dynamics. The projects cover a scientific range from machine learning, mathematical theory of model reduction and uncertainty quantification to respective applications in turbulence theory, simulation of complex nonlinear flows as well as of molecular dynamics in chemical and biological systems. In our group, we cover mathematical statistics and machine learning aspects.

This project is in the context of Daedalus, and is concerned with uncertainty quantification in complex cases.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Maurilio Gutzeit  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2017 - 14.06.2019

### Smoothness testing in the Sobolev sense

We want to develop a test to determine whether a function lying in a fixed  $L_2$ -Sobolev-type ball of smoothness  $t$ , and generating a noisy signal, is in fact of a given smoothness  $s$  larger than  $t$  or not. While it is impossible to construct a uniformly consistent test for this problem on every function of smoothness  $t$ , it becomes possible if we remove a sufficiently large region of the set of functions of smoothness  $t$ . The functions that we remove are functions of smoothness strictly smaller than  $s$ , but that are very close to  $s$ -smooth functions. This problem has been considered in the case of specific Besov bodies where it is easier, and we plan to extend it to more usual Sobolev ellipsoids.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Gilles Blanchard, Universitaet Potsdam, Germany, Oleksandr Zadorozhnyi, Universitaet Potsdam, Germany  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 30.12.2018

### **Projekt on Data Assimilation**

This project is concerned with the problem of learning sequentially, adaptively and in partial information on an uncertain environment. In this setting, the learner collects sequentially and actively the data, which is not available before-hand in a batch form. The process is as follows: at each time  $t$ , the learner chooses an action and receives a data point, that depends on the performed action. The learner collects data in order to learn the system, but also to achieve a goal (characterized by an objective function) that depends on the application. In this project, we will aim at solving this problem under general objective functions, and dependency in the data collecting process exploring variations of the so-called bandit setting which corresponds to this problem with a specific objective function.

As a motivating example, consider the problem of sequential and active attention detection through an eye tracker. A human user is looking at a screen, and the objective of an automatized monitor (learner) is to identify through an eye tracker zones of this screen where the user is not paying sufficient attention. In order to do so, the monitor is allowed at each time  $t$  to flash a small zone  $a_t$  in the screen, e.g. light a pixel (action), and the eye tracker detects through the eye movement if the user has observed this flash. Ideally the monitor should focus on these difficult zones and flash more often there (i.e. choose more often specific actions corresponding to less identified zones). Therefore, sequential and adaptive learning methods are expected to improve the performances of the monitor.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Andrea Locatelli  
**Kooperationen:** Michal Valko in INRIA Lille Nord Europe  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 14.06.2019

### **Active learning for matrix completion**

Matrix completion is an essential problem in modern machine learning, as it is e.g. important for the calibration of the recommendation systems. We consider the problem of matrix completion in the setting where the learner can choose where to sample. In this setting, it can be of interest to target more specifically parts of the matrix where it is discovered that the complexity is high (higher local rank), where the knowledge is limited (few sampled points), or where the noise is high. This project plans to consider first the problem of active learning for matrix completion when the matrix can be subdivided into block submatrices of small ranks that are known, and then in the more general case where this cannot be done.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Anne Gael Manegueu, M.Sc. Andrea Locatelli, M.Sc. Joseph Lam,  
M.Sc. Maurilio Gutzeit, M.Sc. James Cheshire  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2017 - 14.06.2019

### **MuSyAD on Anomaly Detection**

Anomaly detection is an interdisciplinary domain, borrowing elements from mathematics, computer science, and engineering. The main aim is to develop efficient techniques for detecting anomalous behaviour of systems. In the classical scenario a monitor receives data from a system and compares this data to a reference system with some single normal behaviour. Ideally no strong assumptions are made on the nature of anomalous behaviours, so the problem of anomaly detection is by essence a non parametric problem. Here I propose to study a more complex scenario, which will be referred to as multisystem anomaly detection. In this setting, reference systems can have a variety of normal behaviours, and moreover, there are many systems under the monitor's surveillance, and the monitor must allocate its resources wisely among them. In this situation new theoretical and computational challenges arise. The overall objective of this proposal is to find efficient methods to solve the problem of multi-system anomaly detection. This aim will be reached by addressing the following sub-objectives. First, we will generalise the theoretical framework of anomaly detection to the broader setting of multi-system anomaly detection. Second, multi-system anomaly detection methods will be developed, by taking ideas from the non parametric testing field and applying them to the new framework. Third, we will study optimal monitoring strategies for cases where the multiple systems cannot be monitored simultaneously. Here, it is important that the monitor allocates its resources among the systems in a way that is as efficient as possible. To this end, sequential and adaptive sampling methods that target the anomaly detection problem will be designed. Since anomaly detection is a non parametric problem, elements in the theory of non parametric confidence sets will be used. Finally, the newly developed methods will be applied to practical problems: a methodological example in extreme value theory, an econometric application for speculative bubble detection and two applications in a Brain Computer Interface framework.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexandra Carpentier  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Joseph Lam  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Bharath Sriperumbudur, Penn State University, USA  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2017 - 31.10.2020

### **Adaptive two sample test in the density setting**

We consider the problem of testing between two samples of (non necessarily uniform) density. While minimax signal detection in the case where the null hypothesis density is uniform is well understood, recent works in the case of multinomial distributions have highlighted the amelioration in the minimax rate that can come when considering non uniform null hypothesis density. We want to study this problem in the two sample testing case, which is significantly more complex, and extend it to smooth densities.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerd Christoph  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2017 - 31.12.2019

### Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen

Für asymptotisch normalverteilte Statistiken werden Edgeworth und Cornish-Fisher Entwicklungen hergeleitet, die bessere Approximationen der unbekanntesten Quantile der zugrunde liegenden Statistik liefern können. In Anwendungen ist öfter der Stichprobenumfang ebenfalls vom Zufall abhängig. Für Stichproben mit zufälligen Stichprobenumfang ändert sich oft die Grenzverteilung der untersuchten Statistik, anstelle der oft erwarteten Normalverteilung tritt z.B. die Student- oder Laplace-Verteilung. Untersuchungen wurden zum arithmetischen Mittel und zum Median bei Stichproben mit zufälligen Umfang durchgeführt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Norbert Gaffke  
**Förderer:** Sonstige - 01.04.2015 - 31.12.2018

### Die Verteilung einer nicht-parametrischen Teststatistik für den Erwartungswert.

Im nicht-parametrischen Modell mit  $n$  i.i.d. nicht negativen Zufallsvariablen wurde von Gaffke (2005) eine Teststatistik vorgeschlagen, die auch die Konstruktion einer unteren Konfidenzschranke für den Erwartungswert erlaubt. Immer noch offen ist die Frage, ob das nominelle Konfidenzniveau eingehalten wird. Äquivalent ist die Frage, ob die Verteilung der Teststatistik stochastisch größer (oder gleich) der Standard-Rechteck-Verteilung ist, unter jeder zu Grunde liegenden Verteilung mit Erwartungswert gleich 1. Es besteht einige numerische Evidenz, dass die Antwort positiv ist. Bewiesen ist aber wenig: Nur der Fall  $n = 2$  (und der triviale Fall  $n = 1$ ), sowie die asymptotische Aussage, dass für  $n \rightarrow \infty$  die Verteilung der Teststatistik gegen die Standard-Rechteck-Verteilung konvergiert. Das erste Ziel des Projektes ist es, den Fall  $n = 3$  zu beantworten.

Literatur:

Gaffke, N. (2005): Three test statistics for a nonparametric one-sided hypothesis on the mean of a nonnegative random variable.

Mathematical Methods of Statistics 14, 451-467.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Norbert Gaffke  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Rainer Schwabe, OVGU, FMA-IMST  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2015 - 28.09.2020

### Algorithmen zum optimalen Design für lineare Regressionsmodelle.

Im Rahmen der approximativen Design-Theorie für lineare Regressionsmodelle sollen optimale Designs algorithmisch berechnet werden (insbesondere D-optimale und I-optimale Designs). Ein universell einsetzbarer Algorithmus existiert nicht. Ob die  $\{\em\}$  vorhandenen Algorithmen zur Anwendung kommen können, hängt von der Komplexität des Modells ab und erfordert ggf. weiteren theoretischen Input. Im Projekt sollen unsere Quasi-Newton Methoden (s. Gaffke, Graßhoff, Schwabe, 2014) auf zwei Modellklassen angewendet werden: Zum Einen Querschnitts-Designs bei longitudinalen Daten, z.B. im Kontext von "accelerated life testing"-Untersuchungen in der Qualitätskontrolle (vgl. Weaver and Meeker, 2014). Zum anderen der Fall eines  $\{\em\}$  Versuchsbereichs, wobei auch Stratifizierungs- oder Kostenrestriktionen einbezogen werden. Hierfür sind in den letzten Jahren Algorithmen vom Silvey-Titterington-Torsney Typ wieder aufgegriffen worden (vgl. Harman, 2014). Diese wollen wir mit unseren Quasi-Newton Methoden kontrastieren.

Literatur:

Gaffke, N.; Graßhoff, U.; Schwabe, R.: Algorithms for approximate linear regression design applied to a first order model with heteroscedasticity.

Computational Statistics and Data Analysis 71 (2014), 1113-1123.

Weaver, B.P.; Meeker, W.Q.: Methods for Planning Repeated Measures

Accelerated Degradation Tests.

Applied Stochastic Models in Business and Industry 30 (2014), 658-671,

Harman,R.: Multiplicative methods for computing D-optimal stratified designs of experiments.

Journal of Statistical Planning and Inference 146 (2014), 82-94.

---

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Claudia Kirch

**Kooperationen:**

Silke Weber, KIT, Idris Eckley, University of Lancaster, UK

**Förderer:**

Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2018

### **A novel change point approach for the, detection of gas emission sources using remotely contained concentration data**

We consider a multivariate epidemic mean change model with dependent errors where the mean changes in each dimension at a time point  $t_1$  and returns back at a time point  $t_2$ . These two change points can differ in each dimension but each change point has a functional connection depending on the dimension. To find  $t_1$  and  $t_2$  in each dimension we developed an asymptotic testing procedure. Therefore we use two different types of test statistics, the multivariate test statistic and the projection test statistic where we transform the multivariate data into univariate data.

For simulations we consider the situation that we search for a gas emission source in a big area. So we assume that we have data from an air plane which measures the gas concentration in the air.

Our testing procedure helps us to decide whether there exists a gas emission source in this area. If there is a source we want to estimate its coordinates as near as possible to the real location. Therefore we assume that outside of the gas plume the data have a constant mean and inside the plume the mean increases to a higher level. With the knowledge of the form of the gas plume and the gas concentration with the corresponding coordinates of the measurement points we can draw conclusions for the location of the gas emission source. Additionally we use our method for real data to locate a landfill.

---

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Claudia Kirch

**Kooperationen:**

Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand, Dr. Patri-  
cio Maturana Russel, Auckland University, New Zealand

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2018

### **Bayessche nichtparametrische Zeitreihenanalyse für lokal-stationäre Zeitreihen**

In den letzten Jahren haben nichtparametrische Bayessche Verfahren stark an Aufmerksamkeit und Bedeutung gewonnen. Dennoch sind nur wenige Ansätze für die Zeitreihenanalyse entwickelt worden. Eine zusätzliche Schwierigkeit besteht darin, dass Bayessche statistische Verfahren der vollständigen Spezifikation einer Likelihood-Funktion bedürfen, was einer nichtparametrischen Herangehensweise zunächst entgegen steht. Mehrere Autoren haben das Problem mit Hilfe der Whittle-Likelihood gelöst, einer Approximation der wahren Likelihood, die von der Spektraldichte als der wichtigsten nichtparametrischen Kenngröße von Zeitreihen abhängt.

Moderne nichtparametrische Bootstrap-Verfahren für Zeitreihen setzen sich mit den gleichen Schwierigkeiten auseinander und verwenden implizit ebenfalls Approximationen der wahren Likelihood-Funktion. In diesem Projekt werden wir für die Bayessche nichtparametrische Analyse Approximationen moderner Resampling-Verfahren für lokal-stationäre Zeitreihen, d.h. Zeitreihen mit sich langsam ändernder Abhängigkeitsstruktur, die zwar nicht global wohl aber in einer Umgebung jeden Punktes approximativ stationär sind.

Hierzu definieren und analysieren wir eine neue Likelihood-Approximation für lokal stationäre Zeitreihen, die auf gleitenden lokalen Fourier-Koeffizienten basiert, deren globale statistische Eigenschaften denen von globalen Fourier-Koeffizienten im stationären Fall ähneln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Dr. Haeran Cho, University of Bristol, UK  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2019

### **Multiscale MOSUM procedure with localised pruning**

In this work, we investigate the detection and estimation of multiple change-points in the mean of univariate data. A localised methodology is proposed for pruning down possibly conflicting change-point estimators computed from any change-point procedure that supplies the information about the local interval in which they are detected. We establish the theoretical consistency of the proposed localised pruning method in combination with the multiscale extension of the MOving SUM (MOSUM) procedure by Eichinger and Kirch (2018). Extensive simulation studies show the computational efficiency and good finite sample performance of the combined methodology.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Sajad Safarveisi  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 15.10.2018 - 15.10.2021

### **On the application of deep learning in change point analysis**

Deep learning based on multilayer neural networks have recently become the state-of-the-art method in machine learning for classification. They may be used for important economic and industrial applications (e.g. credit scoring, monitoring of critical production processes or safety of computer networks). The applications of those methods heavily depend on homogeneity of the data over time. Therefore, developing methods for checking these assumptions are important, but do not yet exist for such complex networks. The goal of this project is to develop tests for the presence of changes in time for multilayer neural networks based on previous work on single-layer networks (Kirch and Tadjuidje, 2012, 2014) and on parameter estimation for multilayer networks (Bauer and Kohler, 2017).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Kerstin Reckrühm  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2015 - 31.03.2019

### **Die Detektion multipler Strukturbrüche basierend auf dem MOSUM-Verfahren**

Es existieren zwei grundlegende Verfahren zur Erkennung multipler Strukturbrüche in Zeitreihen im klassischen Modell der Erwartungswertänderung, die binäre Segmentierung und das MOSUM-Verfahren. Das Segmentierungsverfahren ist eine iterative Methode, die ausnutzt, dass Tests für Ein-Change-point-Alternativen weiterhin Macht im Fall von multiplen Änderungen besitzen. Die zweite Methode hingegen basiert auf Statistiken, die gleitende Summen verwenden. Ein Vorteil des MOSUM-Verfahrens besteht darin, dass das Gesamtsignifikanzniveau kontrolliert werden kann. Tests und statistische Eigenschaften von Change-point Schätzern, die auf derartige Statistiken gleitender Summen basieren, wurden von Kirch und Muhsal (2015+) im klassischen Erwartungswert-Modell detailliert untersucht. Diese Resultate sollen nun für verschiedene Change-point Situationen verallgemeinert werden. Durch die Verwendung von MOSUM-Statistiken basierend auf Schätzfunktionen können Modelle verschiedener Parameteränderungen in ein Erwartungswert-Modell der Schätzfunktion transformiert werden. Dazu muss lediglich der globale Schätzer ermittelt werden, was einen großen Vorteil in Bezug auf den Rechenaufwand darstellt. Wir konstruieren eine entsprechende Teststatistik und analysieren ihr asymptotisches Verhalten unter der Nullhypothese und Alternativen. Weiterhin werden die zugehörigen Change-point Schätzer hinsichtlich ihrer Konsistenzeigenschaften näher untersucht.

Das Hauptproblem des MOSUM-Verfahrens besteht darin, dass die Güte dieser Methode im Wesentlichen von der Wahl der Bandbreite  $G$  abhängt. Dies erweist sich insbesondere dann als sehr problematisch, wenn die Abstände zwischen den Change-points stark variieren. So eignen sich große Bandbreiten zur Detektion kleiner Änderungen und kleine Bandbreiten zur Erkennung großer Änderungen. Eine Lösungsmöglichkeit wurde kürzlich im Zusammenhang mit Änderungen in Punktprozessen von Messer et al. (2014) vorgeschlagen. Ein Multiskalenverfahren basierend auf MOSUM-Statistiken soll dementsprechend konstruiert und untersucht werden.

Da es für dieses Verfahren bisher noch keinerlei theoretische Untersuchungen gibt, wollen wir hier zunächst bei dem einfachen Erwartungswert-Modell bleiben.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Dr. Stefanie Schwaar, ITWM Kaiserslautern  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2019

### **Change-point estimator for nonlinear (auto-)regressive processes using neural network functions**

In this paper, we propose a new test for the detection of a change in a non-linear (auto-)regressive time series as well as a corresponding estimator for the unknown time point of the change. To this end, we consider an at-most-one-change model and approximate the unknown (auto-)regression function by a neuronal network with one hidden layer.

It is shown that the test has asymptotic power one for a wide range of alternatives not restricted to changes in the mean of the time series. Furthermore, we prove that the corresponding estimator converges to the true change point with the optimal rate and derive the asymptotic distribution. Some simulations illustrate the behavior of the estimator with a special focus on the misspecified case, where the regression function is indeed not given by a neuronal network. Finally, we apply the estimator to some financial data.

Kooperationen: Dr. Stefanie Schwaar, ITWM Kaiserslautern

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Philipp Klein  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **Ein Verfahren zur Erkennung multipler Strukturbrüche in Erneuerungsprozessen**

Die Erkennung von Strukturbrüchen spielt für die Analyse von stochastischen Punktprozessen eine wichtige Rolle. Allerdings gibt es nur wenige Verfahren zur Erkennung und Lokalisierung von Strukturbrüchen.

Eine Möglichkeit hierfür ist, MOSUM-Teststatistiken zu verwenden. MOSUM-Teststatistiken eignen sich in der Regel sehr gut zur Erkennung von Strukturbrüchen, besitzen aber das Problem der geeigneten Wahl der Bandweite, da die Art der detektierten Strukturbrüche ganz wesentlich von der Bandweite abhängt. Messer et al. (2014) haben für Erneuerungsprozesse ein Verfahren entwickelt, welches Strukturbrüche mithilfe von verschiedenen (symmetrischen) Bandweiten detektiert. Dabei wird ein MOSUM-basiertes Verfahren verwendet, um die Strukturbrüche bei für eine fixe Bandweite zu detektieren. Anschließend werden die Strukturbrüche mithilfe eines Bottom-Up-Algorithmus zusammengefasst.

Eine ganz wesentliche Fragestellung hierbei ist die Qualität der Teststatistiken und Schätzer. Wir wollen dabei in diesem Projekt insbesondere Aussagen über die Konsistenz der Strukturbruchschätzer zu treffen und Aussagen über die Größenordnung der Abweichungen zu den "wahren" Strukturbrüchen treffen.

Darüber hinaus geht es darum, das Verfahren auf verschiedene Situationen z. B. die Verwendung asymmetrischer Bandweiten oder Bandweiten kleinerer Größenordnungen zu erweitern und ebenfalls Konsistenzaussagen für die Schätzer zu treffen.

Außerdem sollen die Verfahren auf reale Daten, wie z. B. neuronale Spike-Trains angewandt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Alexander Meier  
**Kooperationen:** Dr. Haeran Cho, University of Bristol, UK  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2018

### **Implementierung von Moving-Sum-Statistiken in einem R-Paket**

Das Verständnis von Änderungen spielt eine wichtige Rolle in Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Medizin. Immer wenn für eine zeitliche Abfolge von Daten ein zeitstationäres Verteilungsmodell angenommen wird, ist es von naheliegender Interesse, eine Aussage über die Gültigkeit dieser Stationaritätsannahme anhand der beobachteten Daten zu treffen.

Ändern sich Verteilungsparameter zu einem bestimmten Zeitpunkt, so spricht man von einem Strukturbruch.

Die Strukturbruchanalyse liefert die mathematischen Verfahren zur Behandlung von Strukturbrüchen.

Von besonderer Relevanz ist hierbei das Problem der Detektion von multiplen Änderungen im Erwartungswert zu unbekanntem Zeitpunkten.

Einen eleganten mathematischen Ansatz für dieses Problem stellen die gleitenden Summen (engl. MOVing SUM, MOSUM) dar.

Wir präsentieren das R-Paket `mosum` (verfügbar im Comprehensive R Archive Network, CRAN), in welchem verschiedene MOSUM-basierte statistische Verfahren und Algorithmen zur Strukturbruchanalyse umgesetzt sind.

Ein besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung auf eine effiziente Implementierung gesetzt, um die für die Berechnungen benötigten Ressourcen zu minimieren.

Neben der Verwendung von C++ Code wurden hierfür Konzepte des Algorithm Engineering zur Konzeption und Umsetzung von effizienten Datenstrukturen zum Einsatz gebracht.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Kooperationen:** Silke Weber, KIT  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2016 - 31.12.2018

### **Modified sequential change point procedures based on estimating functions**

A large class of sequential change point tests are based on estimating functions where estimation is computationally efficient as (possibly numeric) optimization is restricted to an initial estimation. This includes examples as diverse as mean changes, linear or non-linear autoregressive and binary models. While the standard cumulative-sum-detector (CUSUM) has recently been considered in this general setup, we consider several modifications that have faster detection rates in particular if changes do occur late in the monitoring period. More precisely, we use three different types of detector statistics based on partial sums of a monitoring function, namely the modified moving-sum-statistic (mMOSUM), Page's cumulative-sum-statistic (Page-CUSUM) and the standard moving-sum-statistic (MOSUM). The statistics only differ in the number of observations included in the partial sum. The mMOSUM uses a bandwidth parameter which multiplicatively scales the lower bound of the moving sum. The MOSUM uses a constant bandwidth parameter, while Page-CUSUM chooses the maximum over all possible lower bounds for the partial sums. So far, the first two schemes have only been studied in a linear model, the MOSUM only for a mean change.

We develop the asymptotics under the null hypothesis and alternatives under mild regularity conditions for each test statistic, which include the existing theory but also many new examples. In a simulation study we compare all four types of test procedures in terms of their size, power and run length. Additionally we illustrate their behavior by applications to exchange rate data as well as the Boston homicide data.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Alexander Alexander  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2016 - 31.12.2018

### **Ein nichtparametrischer Ansatz zur Bayesschen Zeitreihenanalyse**

Die Bayessche Zeitreihenanalyse hat in den letzten Jahren große Beachtung in der Fachliteratur gefunden. Dennoch existieren nur wenige nichtparametrische Ansätze, insbesondere für multivariate Zeitreihen. Die meisten der etablierten Methoden basieren auf der Whittleschen Likelihood, welche die zweite Ordnungsstruktur einer stationären Zeitreihe durch die Spektraldichtematrix einbindet.

Letztere wird oft auf Ebene der Cholesky-Zerlegung modelliert, um positive Definitheit zu garantieren.

Jedoch sind wichtige asymptotische Gütekriterien wie Konsistenz und ggf. Kontraktionsraten unter solchen a priori Verteilungen nicht bekannt.

Eine andere Idee besteht darin, die Spektraldichtematrix direkt mittels zufälligen Maßen zu modellieren. Wir verwenden eine Mischung von Beta-Dichten als Modellierungsansatz, mit matrixwertigen Mischungsgewichten, die durch ein vollständig zufälliges matrixwertiges Maß induziert werden.

Zur Konstruktion des vollständig zufälliges matrixwertiges Maßes verwenden wir eine unendlich teilbare matrixwertige Verallgemeinerung der Gamma-Verteilung.

Mittels optimierter Markov-Ketten-Monte-Carlo-Verfahren kann die Bayessche a posteriori Verteilung numerisch approximiert werden.

Während dieses Verfahren gute Ergebnisse auf simulierten und echten Datensätzen liefert, ist es uns auch möglich, Konsistenz nachzuweisen und Kontraktionsraten herzuleiten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Wirt.-Math. Christina Stöhr  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2015 - 31.03.2018

### **Robuste Verfahren in der sequentiellen Change-Point Analyse basierend auf U-Statistiken**

Change-Point Analyse dient dazu, Strukturbrüche in zeitlich geordneten Datensätzen zu erkennen. Hierzu gibt es die folgenden zwei Ansätze: Einerseits verwendet das a-posteriori (offline) Verfahren den vollständig beobachteten Datensatz zum Testen auf einen Change-Point. Andererseits gibt es das sequentielle (online) Verfahren, bei dem eine sogenannte Testperiode bekannt ist und darauf aufbauend neue Daten gesammelt werden. Nach jeder neuen Beobachtung wird erneut ein Test auf eine Strukturveränderung vorgenommen.

Die Entscheidung, ob eine Veränderung eingetreten ist oder nicht, wird mittels einer Teststatistik gefällt. Ist diese größer als ein kritischer Wert, entdeckt der a-posteriori Test eine Veränderung. Im Falle des sequentiellen Verfahrens wird statt eines kritischen Wertes eine kritische Kurve verwendet. Sobald die Teststatistik über der kritischen Kurve liegt, stoppt das Verfahren und entdeckt eine Veränderung.

Robuste Verfahren in der Change-Point Analyse sind von großer Bedeutung, um auch beim Auftreten stark abweichender Beobachtungen. Solche Beobachtungen können beispielsweise durch schiefe Verteilungen, dicke Flanken oder Ausreißer verursacht werden. Insbesondere in der online Change-Point Analyse sind robuste Verfahren bedeutsam, da beispielsweise bei der Überwachung von Patienten- oder Maschinendaten bei Erkennung eines Strukturbruches schnell eingegriffen werden muss. Ist das verwendete Verfahren nicht robust, können Ausreißer in den Daten leicht einen falschen Alarm auslösen.

In diesem Projekt konstruieren wir robuste sequentielle Verfahren basierend auf U-Statistiken. Dazu muss zunächst die entsprechende Teststatistik konstruiert werden. Für diese Teststatistik werden dann die asymptotischen Verteilungen unter der Null- und Alternativhypothese hergeleitet. Aus den asymptotischen Verteilungen können schließlich die kritische Kurve sowie die Güte des Tests abgeleitet werden. Das Verhalten des Tests bei endlichen Stichproben wird mittels Simulationen untersucht.

Sequentielle Verfahren weisen grundsätzlich eine gewisse zeitliche Verzögerung in der Erkennung eines Strukturbruches auf, da nach der Änderung zunächst genügend Beobachtungen gesammelt werden müssen, um statistische Signifikanz zu erhalten. Diese zeitliche Verzögerung ist von großer Bedeutung, da insbesondere beim Einsatz sequentieller Verfahren zur Überwachung nach einem Strukturbruch möglichst schnell eingegriffen werden muss. Dazu leiten wir die asymptotische Verteilung der zugehörigen Stopzeit her.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Alexander Meier  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Renate Meyer, University of Auckland, New Zealand  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2016 - 31.12.2018

### **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. Claudia Kirch  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Wirt.-Math. Christina Stöhr  
**Kooperationen:** Prof. Dr. John Aston, University of Cambridge  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2018

### **Erkennung von Änderungen in der Kovarianzstruktur funktionaler Zeitreihen mit Blick auf Daten der funktionellen Magnetresonanztomographie**

Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) wird eingesetzt, um Interaktionen zwischen verschiedenen Gehirnregionen zu analysieren. Die entsprechenden Aufnahmen können bezüglich gewisser Aufgaben oder Reize, aber auch in einem Ruhezustand gemacht werden. Letzteres wird durchgeführt, um Gehirnaktivitäten unabhängig von externen Einflussfaktoren analysieren zu können. Der Patient erhält dazu die Anweisung, während der Aufnahme an nichts zu denken und nicht einzuschlafen. Dies kann jedoch oft nicht eingehalten werden, sodass anschließende Analysen, welche auf der Stationaritätsannahme beruhen, verfälscht werden. Dazu haben J.A.D. Aston und C.Kirch 2012 bereits ein entsprechendes Testverfahren eingeführt, um Mittelwertänderungen in fMRT-Daten erkennen und korrigieren zu können. Wir sind nun daran interessiert, auch Änderungen in der Kovarianzstruktur zu detektieren. fMRT-Daten können als funktionelle Zeitreihen modelliert werden, wobei wir annehmen, dass die einzelnen Beobachtungen der Zeitreihe, d.h. das jeweils aufgenommene Bild zu einem bestimmten Zeitpunkt, als Funktion dargestellt werden können. Durch die Anwendung bestimmter Techniken zur Dimensionsreduktion erhalten wir eine multivariate Zeitreihe. Unter gewissen Voraussetzungen impliziert eine Änderung in der Kovarianzstruktur der funktionellen Zeitreihe auch eine Änderung in der Kovarianzstruktur der multivariaten Zeitreihe, welche sich aus der Dimensionsreduktion ergibt. Wir führen ein asymptotisches Testverfahren ein, um solche Änderungen zu erkennen. Allerdings erfordert dies die Schätzung der Langzeitkovarianz, welche insbesondere für hohe Dimensionen im Vergleich zum Stichprobenumfang statistisch sehr instabil ist. Daher verwenden wir einen misspezifizierten Schätzer, welcher nur die Diagonalelemente, d.h. die Langzeitvarianzen schätzt. Die asymptotische Verteilung der Teststatistik hängt dann jedoch von unbekanntem Parametern ab, sodass Resampling-Verfahren eingesetzt werden müssen, um den kritischen Wert zu erhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Martin Radloff  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2017 - 30.09.2019

### **Optimales Design für Sphärische Versuchsbereiche**

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:** M.Sc. Helmi Shat  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Gudrun Kiesmüller, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Fakultät für Wirtschaftswissenschaft  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2017 -  
30.09.2020

### **Optimale Planung multi-variabler Accelerated-Degradation-Tests**

Die rasante Entwicklung moderner Fertigungstechniken zusammen mit den Bedürfnissen der Verbraucher nach hochqualitativen Produkten dienen als Motivation für Industrieunternehmen, Produkte zu entwickeln und herzustellen, die ohne Ausfall über Jahre oder gar Jahrzehnte funktionieren können. Für derartig langlebige Produkte ist es jedoch eine nicht einfache Aufgabe, innerhalb kurzer verfügbarer Zeit Zuverlässigkeitsaussagen zu treffen, da nicht genügend Daten für eine akkurate Schätzung der Lebensdauer gewonnen werden können. Dementsprechend ist eine Lebensdauerprüfung unter Normalbedingungen nicht sinnvoll. Daher werden Ermüdungstests mit wiederholte Messungen ("repeated measures accelerated degradation tests") häufig in der produzierenden Industrie angewendet, um Lebensdauerverteilungen hochzuverlässiger Produkte zu bestimmen, die bei traditionellen oder beschleunigten Lebensdauerests nicht ausfallen würden. In diesen Experimenten werden Beobachtungen bei hohen Belastungsstufen (z.B. Temperatur, Stromspannung oder Druck) mit Hilfe eines physikalisch sinnvollen statistischen Modells extrapoliert, um Schätzungen der Lebensdauer für niedrigere Belastungen unter Normalbedingungen zu erhalten. Zusätzlich ist zu beachten, dass verschiedene Faktoren wie die Häufigkeit der Messungen, die Stichprobengrößen und die dauer des Experiments Einfluss auf die Kosten und die Genauigkeit der Schätzung haben.

Im Rahmen dieses Projektes werden zuerst adäquate und relevante Computerexperimente identifiziert und robuste Methoden der Regressionsanalyse entwickelt. Danach werden Optimalitätskriterien für experimentelle Designs definiert, die auf der Qualität der ausgewählten robusten Methoden basieren, und Simulationsbasierte Designs werden entwickelt, um einen einheitlichen Zugang zur Generierung optimaler oder zumindest effizienter Designs für die robuste Analyse in Computerexperimenten zu erhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Frank Röttger  
**Kooperationen:** JProf. Dr. Thomas Kahle, OVGU, FMA, IAG  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2017 - 31.03.2020

### **Geometrie optimaler Designs für nichtlineare Modelle in der Statistik**

Geometrische Beschreibungen optimaler Designbereiche sind in Zeiten zunehmender Komplexität statistischer Modelle von wachsendem Interesse. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Suche von Optimalitätsbereichen von experimentellen Designs für derartige statistische Modelle, insbesondere für verallgemeinerte lineare Modelle mit Poisson- oder logistisch verteilten Zielvariablen. Diese Bereiche können durch Systeme von polynomialen Ungleichungen im Parameterraum beschrieben werden, was bedeutet, dass sie nichts anderes als semialgebraische Mengen sind. Somit können Methoden der algebraischen Geometrie benutzt werden, um die Eigenschaften dieser Optimalitätsbereiche zu studieren. Als Beispiel können im Paarvergleichsmodell nach Bradley-Terry, das ein statistisches Modell für den Vergleich verschiedener Alternativen auf der Basis logistischen Antwortverhaltens ist, die Optimalitätsbereiche für sogenannte saturierte Designs, d.h. Designs mit einer minimalen Anzahl von Trägerpunkten, bestimmt werden.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Eric Nyarko  
**Kooperationen:** Dr. Heiko Großmann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.10.2016 - 30.09.2019

### **Optimales Design in der Discrete-Choice-Analyse bei geblockten Beobachtungen**

Die Discrete-Choice-Analyse ist ein häufig angewendetes Verfahren der Marktforschung. Sie wird verwendet, um das Präferenzverhalten von Konsumenten zu untersuchen und den Nutzen zu ermitteln, den die verschiedenen Attribute eines Produktes besitzen. Die den Konsumenten dabei vorgelegten Auswahlfragen erfordern den Vergleich von Produktbeschreibungen, welche unter Verwendung eines experimentellen Designs zusammengestellt werden. Die Qualität der Ergebnisse eines solchen Experiments hängt folglich stark vom verwendeten Design ab. Bei der Modellierung der Daten und der Wahl des Designs wird häufig jedoch nicht berücksichtigt, dass den teilnehmenden Personen mehrere Fragen gestellt werden und die resultierenden Antworten daher korreliert sein können. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, optimale und effiziente Designs unter Berücksichtigung von Blockeffekten zur Modellierung dieser potenziellen Abhängigkeiten zu entwickeln und zu validieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Parisa Parsamaram  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV, Dr. Fritjof Freise, TU Dortmund  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2018 - 31.05.2019

### **Optimales Design für online generierte adaptive Intelligenztestverfahren (IV)**

In diesem Projekt sollen adaptive Intelligenztests zur Messung der allgemeinen Intelligenz entwickelt werden. Die Items werden durch einen automatischen Itemgenerator regelbasiert und online generiert und adaptiv dargeboten. Selektiert werden die Items anhand der Parameterschätzungen für erweiterte linear-logistische Testmodelle. Die Parameterschätzungen erfolgen anhand optimaler Designs, so dass mit einem Minimum an darzubietenden Items ein Maximum an Präzision bei der Intelligenzmessung erzielt werden kann. Konkret sollen vier Arten regelgeleiteter Testverfahren zur Messung von allgemeiner Intelligenz konstruiert und hierfür die erforderlichen statistischen Grundlagen entwickelt werden.

In der ersten Phase wurden Items zur Verarbeitungskapazität regelbasiert entworfen und empirisch anhand D-optimaler Versuchspläne mittels linear-logistischer Testmodelle kalibriert. Dazu wurden optimale Versuchspläne für linear-logistische Testmodelle mit festen und zufälligen Faktoren entwickelt. Weiterhin entstand ein Programmsystem zur automatischen

Generierung dieser Items, ihrer adaptiven Darbietung und Personenparameterschätzung.

In der zweiten Phase wurden die Arbeiten aus der ersten Phase fortgesetzt. Dazu wurden analog zu den in der ersten Phase entwickelten Items zur Verarbeitungskapazität regelbasierte Items zur Bearbeitungsgeschwindigkeit konstruiert, die sich für eine adaptive Testung dieser Intelligenzkomponente eignen. Da es sich hier um Speed-Tests handelt, war es erforderlich, anstelle des logistischen Rasch-Modells erweiterte Formen des Rasch Poisson Count-Modells als statistische Grundlage heranzuziehen. Für diese Modelle wurden optimale Versuchspläne zur Itemkalibrierung und adaptiven Testung entwickelt.

Ziel der dritten Phase ist es, in Fortsetzung und Ergänzung der Arbeit in den ersten beiden Phasen bei der Modellierung der Intelligenzkomponenten zeitliche, zumeist nichtlineare Trends in longitudinalen Studien zu berücksichtigen und hierfür optimale Designs zu entwickeln, die adaptiv eingesetzt werden können. Darüber hinaus werden Designs für Itempools unter Nebenbedingungen an die Anzahl der verwendeten Regeln bereitgestellt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Arnab Sarkar  
**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Ekkehard Glimm, Novartis Pharma AG, Basel  
**Förderer:** Sonstige - 01.04.2018 - 31.03.2021

### **Analyse rekurrenter Ereignisprozesse mit einem terminalen Ereignis (informative Zensierung) - Überlegungen zum Studiendesign**

Das Konzept rekurrenter Ereignisse bezieht das wiederholte zeitliche Auftreten von Ereignissen ein und derselben Art im Kontext klinischer Studien ein. Beispiele umfassen das Auftreten von Anfällen in Epilepsiestudien, Aufflammen in Gichtstudien oder Hospitalisierung bei Patienten mit chronischen Herzleiden.

Eine wichtige Herausforderung bei der Analyse rekurrenter Ereignisse tritt auf, wenn informative Zensierung vorliegt. In klinischen Studien können beispielsweise Patienten aus einer Behandlung ausscheiden, weil sich ihre Verfassung so verschlechtert hat, dass eine alternative Behandlung notwendig wird. In dieser Situation kann die reine Tatsache, dass ein Patient ausscheidet, anzeigen, dass das interessierende Ereignis voraussichtlich eher oder häufiger auftritt, als unter der Annahme unabhängiger Zensierung zu erwarten wäre. Informative Zensierung kann dabei auch in Kombination mit einem terminalen Ereignis auftreten, das den rekurrenten Ereignisprozess beendet. Zum Beispiel kann in einer Studie zu chronischen Herzerkrankungen das Eintreten des Todes den Prozess der Hospitalisierung abbrechen. Da die Einflussfaktoren für Hospitalisierung bei Herzerkrankungen mit den Risikofaktoren für das Eintreten des Todes einhergehen, darf dieser Zusammenhang nicht vernachlässigt werden, da die resultierende Datenanalyse andernfalls verfälscht werden kann.

Zur Planung von Studien zur Aufdeckung und Bestimmung von Behandlungseffekten bei derartigen Endpunkten gibt es eine Reihe von Erweiterungen klassischer Überlebenszeitmodelle. Von besonderem Interesse ist dabei das Modell gemeinsamer Schwächung mit korrelierten Schwächungen, wobei separate marginale Modelle für die Intensität der beiden Ereignisprozesse unter Berücksichtigung korrelierter zufälliger Effekte, die subjektspezifische Schwächungen untersucht werden können.

Dieses Projekt umfasst sowohl methodologische Aspekte als auch Simulationsstudien und die Analyse realer Daten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dr. Maryna Prus  
**Kooperationen:** Dr. Norbert Benda, Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Prof. Radoslav Harman, Comenius-Universität, Bratislava, Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik, Prof. Luc Pronzato, Université de Nice, Sophia Antipolis, Dr. Heiko Großmann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 16.02.2017 - 15.02.2019

### **Generierung optimaler und effizienter Experimentaldesigns zur individualisierten Vorhersage in hierarchischen Modellen**

Das Ziel des vorliegenden Projektes ist die Entwicklung analytischer Ansätze zur Gewinnung optimaler Designs für die Vorhersage in hierarchischen linearen Modellen sowie in verallgemeinerten linearen und nichtlinearen gemischten Modellen mit zufälligen Parametern. Derartige Modelle wurden ursprünglich in den Bio- und Agrarwissenschaften entwickelt und werden heutzutage in den unterschiedlichsten statistischen Anwendungsgebieten vielfältig eingesetzt.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Math. Marius Schmidt  
**Kooperationen:** Priv.-Doz. Dr. Steffen Uhlig, Quo Data, Dresden, Dr. Tobias Mielke, Aktiv Solutions, Köln, Dr. Thomas Schmelter, Bayer, Berlin, Dr. Hermann Kulmann, Bayer, Berlin, Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2013 - 30.09.2019

### **Optimales Design für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle**

Gemischte Modelle spielen zunehmend eine wichtige Rolle nicht nur in Biowissenschaften sondern auch bei wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen, um individuelle Effekte der verschiedenen Beobachtungseinheiten als Repräsentanten einer größeren Grundgesamtheit bei der statistischen Datenanalyse berücksichtigen und erfassen zu können. Mit verallgemeinerten linearen gemischten Modellen werden Zusammenhänge für binäre ("Erfolg - Misserfolg") und diskrete Zielgrößen ("Anzahlen") beschrieben, die nicht sinnvoll durch standardmäßige lineare gemischte Modelle für metrische Daten dargestellt werden können. Für die zufälligen Effekte können dann neben normalverteilten individuellen Einflüssen auch solche aus konjugierten Familien angenommen werden, die eine explizitere Analyse erlauben. Wie in allen statistischen Analysen hängt auch hier die Qualität der Ergebnisse wesentlich vom Beobachtungs- oder Experimentaldesign, d.h. der Wahl der Beobachtungseinheiten und Beobachtungszeitpunkte, ab. Ziel dieses Projektes ist es, optimale oder zumindest effiziente Designs für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle zu entwickeln, die sowohl normalverteilte als auch Effekte aus konjugierten Verteilungen beinhalten können, und diese zu validieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Iyad About  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Heinz Holling, Universität Münster, Institut für Psychologie IV  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2015 - 30.09.2020

### **Optimales Design für Zähldaten**

Neben klassischen Ansätzen stetiger, metrischer oder diskreter, binärer Daten (Messungen oder Ja / Nein -Antworten) spielt in statistischen Anwendungen die Analyse von Zähldaten eine zunehmende Rolle. Derartige Beobachtungen von Anzahlen treten zum Beispiel im Transportwesen, bei der Schadstoffmessung, in der Psychologie oder in medizinischen Anwendungen auf. Klassischerweise werden Anzahlen über Modelle mit Poisson-Verteilungen beschrieben, die Äquidispersion, d.h. Gleichheit von Mittelwert und Varianz, aufweisen. In der Praxis ist diese Annahme aber zu restriktiv, so dass alternativ häufig Modelle mit Überdispersion (Vorliegen einer größeren Varianz) und/oder exzessiven Nullen (zero inflation, verstärkte Beobachtung von Nullanzahlen) verwendet werden, um die Daten adäquat zu beschreiben. Während die Datenanalyse von Zähldaten relativ weit entwickelt und entsprechende Software verfügbar ist, gibt es nur wenige Resultate zur Planung von Experimenten mit Zähldaten. Diese beschränken sich auch bisher auf den klassischen Poisson-Ansatz oder auf ein spezielles Modell der Überdispersion mit negativ-binomialverteilten Daten, das sich als Mischmodell über eine konjugierte a-priori-Verteilung der Modellparameter ergibt. Dabei spielt die Planung in Experimentalsituationen eine immens wichtige Rolle, da nur mit einer vernünftigen Auswahl der Experimentaleinstellungen die vorhandenen Ressourcen effektiv ausgenutzt sowie Kosten und Aufwand verringert werden können. Ziel dieses Projektes ist es, optimale Designs für Zähldaten zu generieren, die auch beim Vorliegen von Überdispersion und/oder exzessiven Nullen eine effiziente Auswertung der Beobachtungen ermöglichen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Rainer Schwabe  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Osama Idais  
**Kooperationen:** Prof. Norbert Gaffke, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mathematische Stochastik  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.10.2016 - 30.09.2019

### **Optimales Design für multivariate verallgemeinerte lineare Modelle mit stetigen Zielfunktionen**

In vielen Anwendungssituationen, in denen Daten gesammelt werden, werden nicht nur eine einzelne, sondern mehrere Zielvariablen gleichzeitig beobachtet, die miteinander korreliert sein können. Derartige multivariate Beobachtungen werden oft mit einer multivariaten Normalverteilung modelliert. In einigen Situationen ist dies jedoch nicht angebracht, insbesondere wenn die beobachteten Merkmale nicht stetig sind. Für diese Situationen ist das Konzept der verallgemeinerten linearen Modelle entwickelt worden, die sich speziell bei binären Daten (z.B. logistische Regression) oder Zähldaten (z.B. Poisson-Regression) bewährt haben. Jedoch kann auch bei stetigen Merkmalen statt der Normalverteilungsannahme eine andere Verteilungsannahme angemessener sein, die sich über ein verallgemeinertes lineares Modell mit nichtlinearer Linkfunktion beschreiben lässt. Ziel des Projektes ist es, für derartige Modelle asymptotische Eigenschaften unter verschiedenen Korrelationsstrukturen zu bestimmen und auf dieser Basis optimale Designs zu generieren, die zu einer Verbesserung der Datenanalyse führen.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. Waltraud Kahle  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2016 - 31.12.2018

### **Unvollständige Instandhaltung in Abnutzungsprozessen**

Es wird ein Wiener Prozess zur Modellierung des Abnutzungsverhaltens betrachtet. Ein Ausfall erfolgt, wenn der Abnutzungsprozess ein vorgegebenes Niveau erstmalig erreicht. Zur Vermeidung von Ausfällen werden regelmäßig vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, die das Abnutzungs niveau verringern. Im Projekt werden folgende Fragestellungen betrachtet;

- Einführung der Konzepte des virtuellen Alters und des Reparaturgrades, die bei der Betrachtung von vorbeugenden Instandhaltungen in der Lebensdaueranalyse von Systemen verwendet werden,
  - Einfluß der Instandhaltung auf die Lebensdauerverteilung,
  - Definition von Kostenfunktionen der vorbeugenden Instandhaltung in Abhängigkeit vom Reparaturgrad,
  - Kostenoptimale Instandhaltung.
- 

**Projektleitung:** Dr. Heiko Großmann  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Bairu Zhang  
**Förderer:** Sonstige - 06.01.2014 - 06.01.2018

### **Funktionale Datenanalyse von Ganganalyse-Daten**

Bestimmte neurologische Erkrankungen beeinträchtigen die Gehfähigkeit der betroffenen Individuen. In diesem Projekt werden Verfahren der funktionalen Datenanalyse entwickelt, um Daten zu analysieren, die mit Hilfe bildgebender Verfahren in einem Ganglabor bei Kindern und Jugendlichen erhoben werden. Im angewandten Teil des Projekts wird unter anderem untersucht, wie sich bestimmte medizinische Hilfsmittel (Orthesen) auf das Gehverhalten auswirken.

## **7. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen**

- Prus, Maryna: , Session organizing: Experimental Design in Models with Random Parameters. Conference: Ninth International Workshop on Simulation (IWS 2018) 25.-29. Juni 2018, Barcelona, Spain.

- Prus, Maryna: Session organizing: Experimental Designs. Conference: International Conference on Trends and Perspectives in Linear Statistical Inference (LinStat'2018), 20.-24. August 2018, Bedlewo, Poland
- Rainer Schwabe: Organisation einer Sektion "Perspectives in Optimal Design of Experiments". Ninth International Workshop on Simulation (IWS 2018) 25.-29. Juni 2018, Barcelona.
- Elena Duarte. Thomas Kahle, Frank Röttger, Rainer Schwabe: Organisation eines Workshops "Complexity Reduction in Algebraic Statistics", 26.-27.11.2018, Magdeburg.
- Claudia Kirch: Section Organisation 'Time Series' (mit Jens-Peter Kreiss), German Open Conference on Probability and Statistics (Stochastiktage), Freiburg, 27. Februar - 2. März 2018.
- Claudia Kirch: Organisation der Session: Functional Data Analysis and Applications, 2018 IMS Annual Meeting on Probability and Statistics, Vilnius, 2.-6. Juli 2018.

## 8 Veröffentlichungen

### *Begutachtete Zeitschriftenaufsätze*

**Aston, John A. D.; Kirch, Claudia**

High dimensional efficiency with applications to change point tests

Electronic journal of statistics : EJS - Ithaca, NY : Cornell University Library, Bd. 12.2018, 1, S. 1901-1947

[Imp.fact.: 1.266]

**Blanchard, Gilles; Carpentier, Alexandra; Gutzeit, Maurilio**

Minimax euclidean separation rates for testing convex hypotheses in  $R^d$

Electronic journal of statistics : EJS - Ithaca, NY : Cornell University Library, Bd. 12.2018, 2, S. 3713-3735

[Imp.fact.: 0.814]

**Carpentier, Alexandra; Kim, Arlene K. H.**

An iterative hard thresholding estimator for low rank matrix recovery with explicit limiting distribution

Statistica Sinica - Taipei : Statistica Sinica, Institute of Statistical Science, Academia Sinica, Bd. 28.2018, 3, S. 1371-1393

[Imp.fact.: 0.899]

**Carpentier, Alexandra; Klopp, Olga; Löffler, Matthias; Nickl, Richard**

Adaptive confidence sets for matrix completion

Bernoulli : official journal of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability - Aarhus, Vol. 24.2018, 4A, S. 2429-2460

**Eichinger, Birte; Kirch, Claudia**

A MOSUM procedure for the estimation of multiple random change points

Bernoulli : official journal of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability - Aarhus, Bd. 24.2018, 1, S. 526-564

**Gaffke, Norbert; Schwabe, Rainer**

Quasi-Newton algorithm for optimal approximate linear regression design: Optimization in matrix space

Journal of statistical planning and inference : JSPI - Amsterdam : North-Holland Publ. Co, Bd. 198.2019, S. 62-78

[Imp.fact.: 0.858]

**Großmann, Heiko**

A practical approach to designing partial-profile choice experiments with two alternatives for estimating main effects and interactions of many two-level attributes

Journal of choice modelling - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 2018 ;

[Online first]

[Imp.fact.: 0.78]

**Harman, Radoslav; Prus, Maryna**

Computing optimal experimental designs with respect to a compound Bayes risk criterion

Statistics & probability letters - Amsterdam : Elsevier Science, Bd. 137.2018, S. 135-141

[Imp.fact.: 0.54]

**Henze, N.; Kirch, Claudia; Meintanis, S. G.**

Special Issue with papers from the 3rd workshop on Goodness-of-fit and change-point problems

Metrika : international journal for theoretical and applied statistics - Berlin : Springer, Bd. 81.2018, 6, S. 587-588

[Imp.fact.: 0.948]

**Jomaa, Seifeddine; Aboud, Iyad; Dupas, Rémi; Yang, Xiaoqiang; Rozemeijer, Joachim; Rode, Michael**

Improving nitrate load estimates in an agricultural catchment using Event Response Reconstruction

Environmental monitoring and assessment : an international journal devoted to progress in the use of monitoring data in assessing environmental risks to man and the environment - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, 2018 ;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.804]

**Kirch, Claudia; Weber, Silke**

Modified sequential change point procedures based on estimating functions

Electronic journal of statistics : EJS - Ithaca, NY : Cornell University Library, Bd. 12.2018, 1, S. 1579-1613

[Imp.fact.: 1.106]

**Maier, Oliver; Györfi, Benedikt; Wrede, Jürgen; Kasper, Roland**

Design and validation of a multi-body model of a front suspension bicycle and a passive rider for braking dynamics investigations

Multibody system dynamics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 42.2018, 1, S. 19-45

[Imp.fact.: 1.389]

**Prus, Maryna**

Various optimality criteria for the prediction of individual response curves

Statistics & probability letters - Amsterdam : Elsevier Science, 2018 ;

[Online first]

[Imp.fact.: 0.54]

***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Achdou, Juliette; Lam, Joseph C.; Carpentier, Alexandra; Blanchard, Gilles**

A minimax near-optimal algorithm for adaptive rejection sampling

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 32 S., 2018

**Bürkner, Paul-Christian; Schwabe, Rainer; Holling, Heinz**

Optimal designs for the generalized partial credit model

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 36 S., 2018

**Carpentier, Alexandra; Collier, Olivier; Comminges, Laetitia; Tsybakov, Alexandre B.; Wang, Yuhao**

Minimax rate of testing in sparse linear regression

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 18 S., 2018

**Carpentier, Alexandra; Delattre, Sylvain; Roquain, Etienne; Verzelen, Nicolas**

Estimating minimum effect with outlier selection

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 70 S., 2018

**Carpentier, Alexandra; Duval, Céline; Mariucci, Ester**

Total variation distance for discretely observed Lévy processes : a Gaussian approximation of the small jumps

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 32 S., 2018

**Carpentier, Alexandra; Verzelen, Nicolas**

Adaptive estimation of the sparsity in the Gaussian vector model

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 76 S., 2018

**Freise, Fritjof; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for two-level main effects models on a restricted design region

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 18 S., 2018

**Graßhoff, Ulrike; Holling, Heinz; Schwabe, Rainer**

D-optimal design for the rasch counts model with multiple binary predictors

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 13 S., 2018

**Kirch, Claudia; Edwards, Matthew C.; Meier, Alexander; Meyer, Renate**

Beyond whittle: nonparametric correction of a parametric likelihood with a focus on Bayesian time series analysis

De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 34 S., 2018

**Prus, Maryna**

Optimal designs for minimax-criteria in random coefficient regression models  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 8 S., 2018

**Prus, Maryna**

Optimal designs in multiple group random coefficient regression models  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 17 S., 2018

**Prus, Maryna; Benda, Norbert; Schwabe, Rainer**

Optimal design in hierarchical models with application in multi-center trials models  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 9 S., 2018

**Radloff, Martin; Schwabe, Rainer**

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k-dimensional ball  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 14 S., 2018

**Radloff, Martin; Schwabe, Rainer**

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k-dimensional ball with applications to logit and probit models  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 11 S., 2018

**Schmidt, Marius; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for poisson count data with gamma block effects  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, insges. 19 S., 2018

***Begutachtete Buchbeitraege***

**Carpentier, Alexandra; Klopp, Olga; Löffler, Matthias**

Constructing confidence sets for the matrix completion problem  
Nonparametric statistics : 3rd ISNPS, Avignon, France, June 2016 - Cham : Springer International Publishing , ISBN: 978-3-319-96940-4, 2018 ;  
[Konferenz: 3rd Conference of the International Society for Nonparametric Statistics, ISNPS, Avignon, France, June 11-16, 2016]

**Dietrich, Stephanie; Kahle, Waltraud**

Optimal maintenance for systems with two failure types  
Reliability engineering : theory and applications - Boca Raton : Taylor & Francis, a CRC title, part of the Taylor & Francis imprint, a member of the Taylor & Francis Group, the academic division of T&F Informa, plc , ISBN: 978-0-8153-5517-5, S. 1-15, 2018

***Nicht begutachtete Buchbeitraege***

**Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra**

Adaptivity to smoothness in X-armed bandits  
Conference on Learning Theory : 6-9 July 2018 : [proceedings]- [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: PMLR, S. 1463-1492 - (Proceedings of machine learning research; volume 75) ;  
[Konferenz: 31st Annual Conference on Learning Theory, COLT 2018, Stockholm, 6-9 July 2018]

**Locatelli, Andrea; Carpentier, Alexandra; Kpotufe, Samory**

An adaptive strategy for active learning with smooth decision boundary  
Algorithmic Learning Theory 2018 : 7-9 April 2018 : [proceedings]- [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: PMLR, S. 547-571 ;  
[Konferenz: Algorithmic Learning Theory 2018, Lanzarote, Spain, 7-9 April 2018]

## **Abstracts**

### **Gaffke, Norbert**

A Quasi-Newton algorithm for optimal approximate linear regression design

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 37-38 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

### **Harman, Radoslav; Prus, Maryna**

Computing optimal experimental designs with respect to a compound Bayes risk criterion

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 46 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

### **Prus, Maryna**

Optimal designs for minimax criteria in random coefficients regression models

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 101 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

### **Radloff, Martin; Schwabe, Rainer**

Locally D-optimal designs for non-linear models on the k on the k-dimensional ball

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 102-103 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

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

Geometry of parameter regions for optimal designs

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 107-108 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

### **Schmidt, Marius; Schwabe, Rainer**

Optimal designs for count data with random parameters

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 118-119 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

### **Schwabe, Rainer; Freise, Fritjof; Idais, Osama I. O.; Nyarko, Eric; Radloff, Martin; Schmidt, Dennis**

The revival of reduction principles in the generation of optimal designs for non-standard situations

IWS 2018 : 9th International Workshop on Simulation : Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018 : book of abstracts - Barcelona, S. 120-121 ;

[Workshop: 9th International Workshop on Simulation, IWS 2018, Barcelona, Spain, June 25 - June 29, 2018]

## **Dissertationen**

### **Meier, Alexander; Kirch, Claudia [GutachterIn]; Meyer, Renate [GutachterIn]**

A matrix Gamma process and applications to Bayesian analysis of multivariate time series

Magdeburg, ;

Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2018, 185 Seiten, Illustrationen

[Literaturverzeichnis: Seite [179]-185]