



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2024

Institut für Algebra und Geometrie

# INSTITUT FÜR ALGEBRA UND GEOMETRIE

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58713 Fax 49 (0)391 67 41213  
jeannette.polte@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Thomas Kahle  
Prof. Dr. Benjamin Nill (Institutsleiter)  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Stefanie Rach  
Prof. Dr. Petra Schwer

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Thomas Kahle  
Prof. Dr. Benjamin Nill  
Prof. Dr. Alexander Pott  
Prof. Dr. Stefanie Rach  
Prof. Dr. Petra Schwer  
im Ruhestand  
Prof. Dr. Herbert Henning  
Prof. Dr. Wolfgang Willems

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### **Algebra**

Kommutative Algebra  
Mathematische Methoden in der Biologie  
Algebraische Statistik  
Algebraische Kombinatorik

### **Didaktik der Mathematik**

Analyse von Bildungsentscheidungen und Bildungsübergängen beim Wechsel von Institutionen  
Beschreibungen von Lehr-Lern-Prozessen und von Entwicklungsverläufen  
Identifizierung von Bedingungsfaktoren für erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse  
Förderung von Modellierungskompetenzen durch Experimentieren

### **Diskrete Mathematik**

Differenzmengen  
Endliche Körper  
Äquivalenz von Funktionen  
Projektive Ebenen und Designs

### **Geometrie**

Metrische Räume nicht-positiver Krümmung  
geometrische Gruppentheorie  
Gebäude und deren Anwendungen

geometrische Darstellungstheorie  
algebraische Kombinatorik

### **Reine Mathematik**

Theorie und Klassifikation von Gitterpolytopen  
Ehrhart-Theorie  
Geometrie der Zahlen  
Geometrische Kombinatorik  
Torische Varietäten

### **Mitarbeit in Editorial Boards**

- Prof. Dr. Thomas Kahle (Hrsg.): Algebraic Statistics
- Prof. Dr. Thomas Kahle (Mitglied Editorial Board): Journal of Software for Algebra and Geometry
- Prof. Dr. Alexander Pott: Advances in Mathematics of Communications
- Prof. Dr. Alexander Pott: Designs, Codes and Cryptography
- Prof. Dr. Alexander Pott: Cryptography and Communications
- Prof. Dr. Petra Schwer: Innovations in Incidence Geometry
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Bulletin of the Belarus State University
- Prof. Dr. Wolfgang Willems: Advances in Mathematics of Communications

## **4. KOOPERATIONEN**

- Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (A. Pott, W. Meidl, A. Polujan)
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- Cleveland State University (B. Nill, I. Soprunov)
- Freie Universität Berlin (A. Constantinescu, Ch. Haase, Th. Kahle, B. Nill)
- Goethe-Universität Frankfurt (T. Kahle, R. Sanyal)
- Haverford College (E. Milicevic, P. Schwer)
- HTW Berlin (C. Conradi, Th. Kahle)
- IPN Kiel (A. Heinze, I. Neumann, St. Rach-Ufer, T. Rolfes, D. Sommerhoff)
- Karlsruher Institut für Technologie (A. Karrer, P. Schwer, A. Voigt)
- KIT (A. Voigt, P. Schwer)
- LMU München (T. Kosiol, St. Rach, St. Ufer)
- Middle East Technical University, Ankara (F. Özbudak, A. Pott)
- Philipps-Universität Marburg (Th. Bauer, St. Rach)
- RICAM Linz (W. Meidl, A. Pott, A. Winterhof)
- Ruhr-Universität Bochum (T. Kahle, St. Rach-Ufer, K. Rolka, C. Stump)
- Sabanci University Istanbul (N. Anbar, A. Pott, W. Meidl, M. Lavranow, A. Polujan)
- Simon Fraser University, Vancouver (J. Jedwab, A. Pott, Sh. Li)
- Sydney Mathematics Research Institute (B. Nill, A. Stapledon)
- Technische Universität Berlin
- Universidad de Cantabria (B. Nill, F. Santos)
- University of Florida (A. Polujan, L. Kölsch)
- University of Koper (E. Pasalic, A. Pott)
- University of Nottingham (J. Hofscheier, A. Kasprzyk, B. Nill)
- University of Sydney (Y. Naqvi, P. Schwer, A. Thomas)
- Universität Bielefeld - Prof. Dr. Christopher Voll
- Universität Genua (A. Conca, Th. Kahle, M. Varbaro)

- Universität Hamburg (St. Rach, J. Retelsdorf)
- Universität Osnabrück (T. Kahle, T. Römer)
- Universität Rostock (E. Müller-Hill, St. Rach)
- Universität Rostock (G. Kyureghyan, A. Pott, A. Polujan)
- Université Jean Monnet Saint-Etienne (St. Gaussent, P. Schwer)
- WWU Münster (L. Kramer, St. Rach, St. Schukajlow, P. Schwer)

## 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Tabea Krause  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2023 - 30.09.2024

### Algebraische Methoden in der Spieltheorie

Es werden verschiedene Polytope untersucht, die Einsichten in die Existenz und Lage verschiedener Equilibria in der Spieltheorie geben. Dazu werden Ergebnisse von Aumann zu correlated equilibria geometrisch interpretiert und dann verallgemeinert auf kompliziertere Spiele mit mehr als 2 Spielern und vielfältigen Strategien. Promotion im Rahmen des DFG-GRK MathCoRe.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Kooperationen:** Dr. Johannes Hofscheier (University of Nottingham)  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2024 - 31.12.2025

### Computorexperimente und Maschinelles Lernen in der Ehrhart-Theorie

In diesem Projekt untersuchen wir, inwieweit Computorexperimente mit Methoden des Maschinellen Lernens neue Einblicke in Vermutungen und Fragestellungen zur Ehrhart-Theorie von Gitterpolytopen, die z.B. in der Graphentheorie und Optimierung auftauchen, ergeben.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

### Unimodulare Polytope und TU-Matrizen

Unimodulare Polytope gehören zu den grundlegenden Klassen von Gitterpolytopen. In diesem Projekt benutzen wir die enge Beziehung zu total-unimodularen Matrizen, um neue Schranken an Invarianten von unimodularen Polytopen zu beweisen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Projektbearbeitung:** Dr. Paul Görlach  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2021 - 31.12.2024

### Struktur von Gitter-aufspannenden Gitterpolytopen

Gitterpolytope tauchen an vielen Stellen in algebraischer und diskreter Geometrie und Kombinatorik natürlich auf. Typische Beispiele sind dabei Gitter-aufspannende (oder stärker sogenannte "trennende") Gitterpolytope, die sich in vielerlei Hinsicht "gutartig" verhalten. In diesem Projekt gehen wir der Frage nach, inwieweit eine

allgemeines Strukturresultat für diese große Klasse von Gitterpolytopen existieren könnte.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Kooperationen:** Dr. Johannes Hofscheier (University of Nottingham); Ivan Soprunov (Cleveland State University)  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2020 - 31.12.2024

### **Vermutungen über den Grad und gemischten Grad von Gitterpolytopen**

Der Grad eines Gitterpolytopes beschreibt die Komplexität eines Gitterpolytopes als Grad des Ehrhart- $h^*$ -Polynoms. Diese Definition wurde kürzlich zum gemischten Grad einer Familie von Gitterpolytopen erweitert. Ist es möglich Familien von Gitterpolytopen von kleinem gemischtem Gittergrad qualitativ zu beschreiben? In diesem Projekt untersuchen wir eine konkrete Vermutung dazu in wichtigen Fällen.

---

**Projektleitung:** Dr. Alexandr Polujan  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Enes Pasalic  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2025

### **Neue Konstruktionsmethoden der Booleschen Bentfunktion**

In diesem Projekt schlagen wir neue theoretische Konstruktionsmethoden der Booleschen Bentfunktionen sowie Lösungen für das Klasseninklusionsproblem für die bekannten unendlichen Familien und generischen Konstruktionen von Bentfunktionen vor.

---

**Projektleitung:** Dr. Alexandr Polujan, Prof. Dr. Lukas Kölsch  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2025

### **Perfekte nichtlineare Funktionen und ihre Werteverteilungen**

In diesem Projekt untersuchen wir theoretisch, wie Ausgabewerte wohldefinierter Klassen perfekter nichtlinearer Funktionen zwischen ihren Eingabewerten verteilt sind. Das Projekt wird gemeinsam mit Prof. Dr. Lukas Kölsch von der University of South Florida, USA durchgeführt.

---

**Projektleitung:** Dr. Alexandr Polujan  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Philippe Langevin  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2025

### **Computergestützte Klassifizierung perfekter nichtlinearer Funktionen**

Im Projekt "Computergestützte Klassifizierung perfekter nichtlinearer Funktionen" wenden wir die Werkzeuge von Computeralgebrasystemen an, um die vollständige Klassifizierung Boolescher und vektorieller Boolescher Funktionen mit außergewöhnlichen Differentialeigenschaften zu erhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Alexander Pott, Domingo Perez  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2024 - 30.09.2027

### **Boolean Functions meet Combinatorics**

In this project, we suggest a completely novel approach to studying vectorial functions on vector spaces over finite fields. The novelty is the fact that we are going to describe the important differential properties of Boolean functions in terms of design theory. This may open a completely new approach to the investigation of differential properties of Boolean functions. We also expect that the well-known nonlinearity measure of functions via the Walsh transform can be extended by replacing the classical Sylvester-Hadamard matrix by a different Hadamard matrix.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Förderer:** Haushalt - 01.03.2023 - 31.08.2026

### **know your math (kyma) - Verbundprojekt**

- Ziele
  - Analyse der professionellen Kompetenzen von Seiteneinsteiger\*innen im Vergleich zu grundständig ausgebildeten Lehrkräften im Fach Mathematik (mit Schwerpunkt fachdidaktische Kompetenzen und Motivationslagen)
  - Untersuchung der Wirkung von Praxisphasen, z. B. Schulpraxissemester, im Lehramtsstudium auf professionelle Kompetenzen
  - Methodisches Vorgehen
    - Entwicklung und Adaption von Test- und Fragebogeninstrumenten
    - Vergleichsstudie zwischen den Personengruppen und Prä-Post-Vergleich in Praxisphasen
- 

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Projektbearbeitung:** Dr. Kolja Pustelnik  
**Kooperationen:** Daniel Sommerhoff, IPN Kiel; Stefan Ufer, LUM München  
**Förderer:** Haushalt - 01.08.2018 - 30.09.2025

### **Mathematisches Wissen zu Studienbeginn**

Es wird untersucht, welches Fachwissen Studierende in ein Mathematikstudium mitbringen und welches Fachwissen (z. B. welcher Typ von Wissen) prädiktiv für den Studienerfolg ist. Das Projekt wird unter der Leitung von Prof. Stefanie Rach in Zusammenarbeit mit Daniel Sommerhoff vom IPN Kiel und Stefan Ufer von der LMU München bearbeitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Kooperationen:** Universität Marburg, Marburg, Thomas Bauer; Universität Würzburg, Würzburg, Silke Neuhaus-Eckhardt; Universität Rostock, Rostock, Eva Müller-Hill  
**Förderer:** Haushalt - 01.03.2018 - 30.09.2025

### **Beweisverständnis durch Illustration am Beispiel**

Das Lesen und Verstehen von Beweisen ist eine wichtige Aktivität beim Lernen von Mathematik. Gerade zu Studienbeginn haben insbesondere Lehramtsstudierende große Schwierigkeiten mit dem Verstehen von Beweisen, so dass Unterstützungsangebote z. B. in Form von Beispielnutzung, als notwendig erscheinen. Wie diese

Unterstützungsangebote lernförderlich umgesetzt werden können, wird in diesem Projekt untersucht.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Stefanie Rach  
**Kooperationen:** Universität Potsdam, Potsdam, Sebastian Geisler  
**Förderer:** Sonstige - 01.08.2022 - 31.07.2025

### **Experimentieren zur Förderung von Modellierungskompetenzen und Motivation in Mathematik**

Validierungskompetenzen und Motivation für Mathematik zu entwickeln, sind zwei Schlüsselfaktoren für erfolgreichen Mathematikunterricht. Inwieweit Experimente zur Entwicklung beitragen können, ist Thema dieses Projektes. In einem experimentellen Design wird in 10. Klassen untersucht, unter welchen Bedingungen das Experimentieren lernförderlich ist.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Haushalt - 01.08.2022 - 31.12.2025

### **Profinite rigidity of reflection groups**

Profinite rigidity asks to determine a group by its finite quotients. This concept is classical in group theory and many results in this direction are known. Geometric group theory has picked up on this notion in recent years. We aim to study profinite rigidity for abstract reflection groups.

---

**Projektleitung:** Anna Michael, Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2021 - 30.09.2024

### **Algorithmische Eigenschaften schon Coxeter Schatten**

Shadows in Coxeter groups are a well established tool which helps to characterize non-emptiness of double coset intersections in algebraic groups having these Coxeter groups as affine Weyl groups. These intersections in turn are relevant in the context of representation theory or in the study of non-emptiness and dimensions of certain varieties associated to the affine flag variety and affine Grassmannian. This project aims to find closed formulas for and a better algorithmic understanding of shadows.

## 6. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Anbar, Nurdagül; Kudin, Sadmir; Meidl, Wilfried; Pasalic, Enes; Polujan, Alexandr**

Vectorial negabent concepts - similarities, differences, and generalizations

Designs, codes and cryptography - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V . - 2024, insges. 23 S. ;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.4]

**Dörr, Philip; Kahle, Thomas**

Extreme Values of Permutation Statistics

The electronic journal of combinatorics - [Madralin]: EMIS ELibEMS, Bd. 31 (2024), Heft 3, insges. 18 S.

[Imp.fact.: 0.7]

**Gildehaus, Lara; Rach, Stefanie; Liebendörfer, Michael**

Mathematikspezifische Motivation im Lehramtsstudium – Operationalisierung und Bedeutung für Studienprozesse

Journal für Mathematik-Didaktik - Berlin : Springer, Bd. 45 (2024), Heft 2, insges. 28 S.

[Imp.fact.: 0.9]

**Nill, Benjamin**

Proof of a Conjecture of Batyrev and Juny on Gorenstein Polytopes

Discrete & computational geometry - New York, NY : Springer, Bd. 72 (2024), Heft 4, S. 1519-1529

[Imp.fact.: 0.6]

**Pasalic, Enes; Polujan, Alexandr; Kudin, Sadmir; Zhang, Fengrong**

Design and analysis of bent functions using  $M$ -subspaces

IEEE transactions on information theory / Institute of Electrical and Electronics Engineers - Piscataway, NJ : IEEE, Bd. 70 (2024), Heft 6, S. 4464-4477

[Imp.fact.: 2.2]

**Polujan, Alexandr; Pasalic, Enes; Kudin, Sadmir; Zhang, Fengrong**

Bent functions satisfying the dual bent condition and permutations with the  $\mathcal{A}_m$  property

Cryptography and communications - New York, NY : Springer . - 2024, insges. 22 S. ;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.2]

### NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Kölsch, Lukas; Polujan, Alexandr**

The combinatorial structure and value distributions of plateaued functions

Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2024, insges. 19 S.

### BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Geisler, Sebastian; Rach, Stefanie**

Students' situational interest concerning modelling tasks with experiments

Experimentieren im Mathematikunterricht / Beumann , Sarah - Münster : WTM-Verlag ; Beumann, Sarah . - 2024, S. 68-82

**Kudin, Sadmir; Pasalic, Enes; Polujan, Alexandr; Zhang, Fengrong**

When does a bent concatenation not belong to the completed Maiorana-McFarland class?

2024 IEEE International Symposium on Information Theory , 2024 - Piscataway, NJ : IEEE, S. 1618-1622 ;

[Symposium: IEEE International Symposium on Information Theory, ISIT, Athens, Greece, 07-12 July 2024]



**Kölsch, Lukas; Polujan, Alexandr**

A study of APN functions in dimension 7 using antiderivatives

2024 IEEE International Symposium on Information Theory , 2024 - Piscataway, NJ : IEEE, S. 1613-1617 ;

[Symposium: IEEE International Symposium on Information Theory, ISIT, Athens, Greece, 07-12 July 2024]

**Menzel, Marielena; Jonscher, Michael; Rach, Stefanie; Geisler, Sebastian**

Modelling with experiments - students' trait values mediated by students' state value

Proceedings of the 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education ;

volume 1 - PME ; Evans, Tanya . - 2024, S. 225-232 ;

[Konferenz: 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Auckland, New Zealand, July 17-21, 2024]

**Rach, Stefanie; Kosiol, Timo; Ufer, Stefan**

Self-efficacy expectations of mathematics university students

Proceedings of the 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education ;

volume 1 - PME ; Evans, Tanya . - 2024, S. 33-40 ;

[Konferenz: 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Auckland, New Zealand, July 17-21, 2024]

## **NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE**

**Jonscher, Michael; Menzel, Marielena; Geisler, Sebastian; Rach, Stefanie**

Modelling performance using functions - relation to person characteristics and different solution approaches

Proceedings of the 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education ;

volume 3: Research reports (H-O) - PME ; Evans, Tanya . - 2024, S. 113-120 ;

[Konferenz: 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Auckland, New Zealand, July 17-21, 2024]

## **DISSERTATIONEN**

**Kretschmer, Andreas; Nill, Benjamin [AkademischeR BetreuerIn]; Kahle, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Enumeration and sparsity in algebraic geometry

Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2024, 1 Online-Ressource (VII, 148 Seiten, 1,14 MB) ;

[Literaturverzeichnis: Seite 135-148][Literaturverzeichnis: Seite 135-148]

**Lotz, Marco; Kahle, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Reflection length in infinite non-affine Coxeter groups

Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2024, 1 Online-Ressource (viii, 103 Seiten, 27,97 MB) ;

[Literaturverzeichnis: Seite 99-103][Literaturverzeichnis: Seite 99-103]