



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2023

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 - 30.09.2026

### 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. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Xiangying Chen  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2020 - 31.10.2023

### Geometrie der Gaussoide

In diesem Projekt werden Gaussoide geometrisch untersucht. Für Matroide gibt es eine reichhaltige Theorie, die auf den Einbettungen der Grassmannschen Mannigfaltigkeit beruht. Es wird untersucht, inwieweit sich eine Analogie für Gaussoide mit Hilfe der Lagrange-Grassmannschen Mannigfaltigkeit aufbauen lässt. Dabei wird Typ-B Kombinatorik und eine Verbindung zu Coxetermatroiden eine wichtige Rolle spielen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Thomas Kahle  
**Projektbearbeitung:** Philip Dörr  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2023

### Extremwerttheorie in der Kombinatorik

In diesem Promotionsprojekt werden Techniken der Extremwerttheorie auf Zufallsvariablen der Kombinatorik angewendet. Eine wichtige Beispielklasse sind Maxima von Coxetergruppenstatistiken, insbesondere Abstiege in der symmetrischen Gruppe.

---

**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:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Projektbearbeitung:** Sebastian Debus, Andreas Kretschmer  
**Förderer:** Haushalt - 01.12.2022 - 31.12.2023

### **Symmetrische Ideale und Polytope**

In diesem Projekt sollen mit Hilfe aktueller Software und Methodik z.B. aus dem Bereich der semidefiniten Programmierung polynomielle Gleichungssysteme mit Symmetrien untersucht werden. Dies betrifft konkrete offene Fragen zu Hilbert-Schemata und Polytopen, die von Interesse in Algebra und Kombinatorik sind.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Projektbearbeitung:** Andreas Kretschmer  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2021 - 31.12.2023

### **Komplexitätsreduktion von Gorensteinpolytopen**

Gorensteinpolytope sind faszinierende Objekte, die ganz ähnlich wie die berühmten Platonischen Körper eine wunderschöne Symmetrie erfüllen. Sie tauchen sowohl in der kommutativen Algebra als auch in der theoretischen Physik auf. Wir untersuchen, inwieweit hoch-dimensionale Gorensteinpolytope von kleiner Komplexität sich in niedrig-dimensionale Gorensteinpolytope zerlegen lassen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Benjamin Nill  
**Projektbearbeitung:** Andreas Kretschmer  
**Kooperationen:** Alan Stapledon (Sydney Mathematics Research Institute)  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2020 - 31.08.2023

### **Varianten und Verfeinerungen von Ehrhart-theoretischen Invarianten**

Das Ehrhartpolynom zählt die Anzahl Gitterpunkte in Vielfachen eines Gitterpolytopes. Schreibt man dieses in einer Binombasis, erhält man die Koeffizienten des  $h^*$ -Polynoms. Motiviert durch Beziehungen zur algebraischen und tropischen Geometrie, der mirror symmetry und der enumerativen Kombinatorik sollen Varianten und Verfeinerungen davon, wie z.B. das lokale  $h^*$ -Polynom, näher untersucht werden.

**Projektleitung:** Dr. Alexandr Polujan, Prof. Dr. Lukas Kölsch  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

### **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. Enes Pasalic  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

### **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  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Philippe Langevin  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2023 - 31.12.2024

### **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. 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. Stefanie Rach  
**Projektbearbeitung:** Dr. Kolja Pustelnik  
**Kooperationen:** Daniel Sommerhoff, IPN Kiel; Stefan Ufer, LUM München  
**Förderer:** Haushalt - 01.08.2018 - 31.07.2024

### **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 - 30.09.2023

### **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. 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.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2022 - 31.12.2023

### **Geometry of conjugation**

The conjugacy problem is one of Dehn's three classical problems in group theory. It asks to determine whether or not two given elements in a group are conjugate. In this project we solve this problem and characterize the full conjugacy class of elements in split subgroups of the full isometry group of the  $n$ -dimensional real affine space.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Linus Kramer, Prof. Dr. Petra Schwer  
**Kooperationen:** WWU Münster, Linus Kramer  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2020 - 30.09.2023

### **A unified approach to symmetric spaces of noncompact type and euclidean buildings**

The aim of the project is to provide a uniform framework which allows us to treat Riemannian symmetric spaces of noncompact type and Euclidean buildings on an equal footing. We will in particular consider the question of the extension of automorphisms at infinity, filling properties of  $S$ -arithmetic groups, and Kostant Convexity from an unified viewpoint.

---

**Projektleitung:** Marco Lotz, Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2019 - 30.09.2023

### **Spiegelungslänge in nicht-affinen Coxetergruppen**

This project aims to study reflection length in infinite, on-affine Coxeter groups. The goal is to find sequences of elements of growing reflection length, to describe the distribution of a fixed reflection length in hyperbolic space and to prove estimates of reflection length for a given  $S$ -length.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Petra Schwer  
**Förderer:** Haushalt - 01.04.2022 - 31.03.2023

### **Isomorphism problem for Coxeter groups**

In this project we introduce the galaxy of Coxeter groups - an infinite dimensional, locally finite, ranked simplicial complex which captures isomorphisms between Coxeter systems. In doing so, we would like to suggest a new framework to study the isomorphism problem for Coxeter groups. We prove some structural results about this space, provide a full characterization in small ranks and propose many questions. In addition we survey known tools, results and conjectures. Along the way we show profinite rigidity of triangle Coxeter groups - a result which is possibly of independent interest.

## **6. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

Thomas Kahle (Magdeburg): "SIAM Konferenz zur angewandten Algebraischen Geometrie (AG23)", 10.-14.07.2023, Eindhoven (NL)

Stefanie Rach (Magdeburg), Christine Bescherer (Ludwigsburg), Angela Schmitz (Köln): "Arbeitskreis Hochschulmathematikdidaktik", 17.11.2023, online



Thomas Kahle (Magdeburg); Mathias Drton (München); Seth Sullivant (Raleigh); Caroline Uhler (Zürich/Cambridge): "Algebraic Structures in Statistical Methodology", 04. - 10.12.2022, Oberwolfach

Thomas Kahle (Magdeburg); Martina Juhnke-Kubitzke (Osnabrück); Raman Sanyal (Frankfurt); Christian Stump (Bochum): "Combinatorial Coworkspace", 19. - 27.03.2022, Kleinwalsertal (Österreich)

Alexander Pott (Magdeburg): "6th Irsee conference on Finite Geometry", 28.08. - 03.09.2022, Irsee

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Bapic, Amar; Pasalic, Enes; Polujan, Alexandr; Pott, Alexander**

Vectorial Boolean functions with the maximum number of bent components beyond the Nybergs bound  
Designs, codes and cryptography - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V. - 2023, insges. 22 S.

[Imp.fact.: 1.6]

**Czerwinski, Ingo; Pott, Alexander**

Sidon sets, sum-free sets and linear codes

Advances in mathematics of communications - Springfield, M. : AIMS . - 2023, insges. 18 S.

[Imp.fact.: 0.9]

**Geisler, Sebastian; Rach, Stefanie; Rolka, Katrin**

The relation between attitudes towards mathematics and dropout from university mathematics - the mediating role of satisfaction and achievement

Educational studies in mathematics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 112 (2023), Heft 2, S. 359-381

[Imp.fact.: 3.2]

**Geisler, Sebastian; Rolka, Katrin; Rach, Stefanie**

Development of affect at the transition to university mathematics and its relation to dropout - identifying related learning situations and deriving possible support measures

Educational studies in mathematics - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 113 (2023), Heft 1, S. 35-56

[Imp.fact.: 3.2]

**Hahn, Mirko; Leyffer, Sven; Sager, Sebastian**

Binary optimal control by trust-region steepest descent

Mathematical programming - Berlin : Springer, Bd. 197 (2023), S. 147-190

[Imp.fact.: 3.06]

**Kölsch, Lukas; Polujan, Alexandr**

Value distributions of perfect nonlinear functions

Combinatorica - Berlin : Springer . - 2023, insges. 38 S.

[Imp.fact.: 1.1]

**Meidl, Wilfried; Polujan, Alexandr A.; Pott, Alexander**

Linear codes and incidence structures of bent functions and their generalizations

Discrete mathematics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 346 (2023), Heft 1, Artikel 113157

[Imp.fact.: 0.8]

**Nill, Benjamin; Borger, Christopher; Kretschmer, Andreas**

Thin polytopes - lattice polytopes with vanishing local  $h^*$ -polynomial

International mathematics research notices - Oxford : Oxford University Press . - 2023

[Imp.fact.: 1.1]

**Pasalic, Enes; Kudin, Sadmir; Polujan, Alexandr; Pott, Alexander**

Vectorial bent-negabent functions - their constructions and bounds

IEEE transactions on information theory / Institute of Electrical and Electronics Engineers - Piscataway, NJ : IEEE, Bd. 69 (2023), Heft 4, S. 2702-2712

[Imp.fact.: 2.5]

**Rach, Steffanie; Schukajlow, Stanislaw**

Affecting task values, costs, and effort in university mathematics courses - the role of profession-related tasks on motivational and behavioral states

International journal of science and mathematics education - Dordrecht : Springer Science + Business Media B.V. . - 2023, insges. 23 S.

[Imp.fact.: 2.2]

## NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

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

Bent functions satisfying the dual bent condition and permutations with the  $(A_m)$  property

De.arxiv.org - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Arxiv.org . - 2023, Artikel 2310.10162, insges. 21 S.

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

**Rach, Stefanie; Sommerhoff, Daniel; Ufer, Stefan**

Mathematics online assessment - do future mathematics students find assessment-based feedback useful?

Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2021 - Münster : WTM-Verlag ; Härterich, Jörg . - 2023, S. 3-14 - (Schriften zur Hochschuldidaktik Mathematik; 9)

## NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

**Polujan, Alexandr; Mariot, Luca; Picek, Stjepan**

Normality of Boolean bent functions in eight variables, revisited

The 8th International Workshop on Boolean Functions and their Applications, BFA 2023 - Boolean Functions Team, S. 79-83

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

On bent functions satisfying the dual bent condition

The 8th International Workshop on Boolean Functions and their Applications, BFA 2023 - Boolean Functions Team, S. 65-71

## DISSERTATIONEN

**Ardalani, Ali; Pott, Alexander [AkademischeR BetreuerIn]; Kaibel, Volker [AkademischeR BetreuerIn]**

Contributions to the theory of Costas arrays

Magdeburg: Universitätsbibliothek, Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik 2023, 1 Online-Ressource (xiii, 147 Seiten, 10,24 MB) ;

[Literaturverzeichnis: Seite 141-147]