

StuKon25

List of abstracts

Monday, July 28

14:00

PLENARY TALK (Hörsaal): **Carolín Mehlmann** (OVGU Magdeburg)
Mathematische Aspekte in der Meereisvorhersage

Die Polarregionen erwärmen sich schneller als jede andere Region der Erde. Der Rückgang des arktischen Meereises ist ein deutliches Beispiel für die raschen Veränderungen im Klimasystem. Die Vorhersage von Meereis ist daher ein zentrales Thema der Klimaforschung. Mathematische Modelle, helfen dabei, das Verhalten von Meereis unter dem Einfluss von Wind, Strömung und Temperatur besser zu verstehen.

In diesem Vortrag stellen wir die sogenannte viskos-plastische Beschreibung des Meereises vor, die in vielen Klimamodellen verwendet wird. Dabei wird Meereis als bewegliche Eisschicht modelliert, dessen Verhalten durch partielle Differentialgleichungen beschrieben wird.

Ein Schwerpunkt liegt auf der Frage, wie sich diese Gleichungen effizient numerisch lösen lassen, etwa mit speziellen Finite-Elemente-Methoden. Wir zeigen zentrale Herausforderungen wie die hohe Rechenkomplexität und stellen neuere Modellansätze vor, die verschiedene Methoden kombinieren, um Meereis in Übergangsbereichen beispielsweise zwischen offenem Meer und dichter Eisdecke besser abzubilden.

16:00

Hörsaal: **Mathis Hilwerling** (Universität Paderborn)
Spektraltheorie und Eigenfunktionsentwicklungen stark kommutierender selbstadjungierter Operatoren (Bachelorarbeit)

In der Spektraltheorie auf unendlich-dimensionalen Hilberträumen haben Spektralwerte oftmals keine Eigenvektoren (oder Eigenfunktionen) mehr. So hat der selbstadjungierte Ableitungsoperator auf $L^2(\mathbb{R})$ keine Eigenfunktionen, denn die Lösungen der entsprechenden Differenzialgleichung (e^{icx}) liegen aufgrund des konstanten Betrags nicht im „richtigen“ Raum. Versieht man das Lebesgue-Maß nun aber mit einer stark genug fallenden Dichte, so liegen diese Lösungen im resultierenden größeren L^2 -Raum und die klassischen Aussagen über die Fouriertransformation zeigen, dass sich der Ableitungsoperator in diesen Eigenfunktionen entwickeln lässt.

Motiviert durch dieses Beispiel wird in der Arbeit die Existenzaussage einer solchen Erweiterung des Hilbertraums sowie der (verallgemeinerten) Eigenfunktionsentwicklung selbstadjungierter Operatoren bewiesen und auf den Fall von mehreren kommutierenden, selbstadjungierten Operatoren verallgemeinert.

SR A+B: **Moritz Jahn** (TU Dresden)
Das Netzwerkerfüllbarkeits-Problem für kleine symmetrischen Relationsalgebren (Bachelorarbeit)

This bachelor thesis explores the Network Satisfaction Problem (NSP) for symmetric relation algebras with four atoms and classifies their complexity. The NSP addresses whether a given network can be satisfied in a representation. In the special case where the relation algebra has a normal representation, the NSP coincides with the Constraint Satisfaction Problem (CSP). This connection facilitates the application of universal-algebraic methods.

The work begins with an introduction to the fundamental concepts of relation algebras and their symmetric properties. It then analyses the specific structure of relation algebras with four atoms, focusing on the identification of the 65 integral symmetric relation algebras.

We proceed by applying recent results from Bodirsky and Knäuer in conjunction with well-known findings from Maddux. These results are utilized to classify the complexity of the NSP, which is derived using various methods found in the literature.

The thesis concludes with a perspective on future research directions arising from the results, highlighting the significance of the NSP in the broader context of relation algebras and their applications.

16:40

Hörsaal: **Carlotta Hohaus** (Universität Bremen)

Isomorphismus zwischen Periodenfunktionen - kohomologiefreier Beweis
(Bachelorarbeit)

Maaßsche Spitzenformen (gewisse Eigenfunktionen des Laplaceoperators) auf hyperbolischen Flächen finden viele Anwendungen in der Mathematik, Physik und anderen Bereichen. Für geeignete hyperbolische Flächen $\Gamma \backslash \mathbb{H}$ können die Maaßschen Spitzenformen mithilfe von Eigenfunktionen von Transferoperatoren, den sogenannten Periodenfunktionen für Γ , charakterisiert werden. Aufgrund von Selbergtheorie und Kohomologietheorie wird erwartet, dass diese Beziehung auch in Anwesenheit gewisser Darstellungen von Γ gilt. Weiterhin wird erwartet, dass zwischen geeigneten Paaren von verschiedenen Flächen und Darstellungen eine enge Beziehung zwischen den zugehörigen Periodenfunktionen existiert. Dieser Zusammenhang ist aber noch nicht verstanden.

Wir betrachten die Situation von $\Gamma = \mathrm{PSL}_2(\mathbb{Z})$, $\Lambda = \mathrm{PG}_0(2)$ (Hecke-Kongruenzuntergruppe von Level 2) und der induzierten Darstellung χ von Λ auf Γ . Wir präsentieren einen expliziten Isomorphismus zwischen gewissen Periodenfunktionen von Γ und (Λ, χ) , der unabhängig von Selbergtheorie und Kohomologietheorie hergeleitet ist. Die Struktur dieses Beweises legt nahe, dass solche Ergebnisse auch für andere Gruppen gelten. Wir geben einen Ausblick für ähnliche Zusammenhänge für projektive Hecke-Kongruenzuntergruppen von Primlevel.

SR A+B: **Sofie Saier** (Universität zu Lübeck)

Trigonometrische Shearlets und wo sie zu finden sind (Masterarbeit)

Kantenerkennung stellt in der modernen Signalverarbeitung eine wichtige Aufgabe dar. Doch während Sprungstellen in eindimensionalen Daten vollständig durch ihre Position charakterisiert werden, sind analoge Fragestellungen in höheren Dimensionen vielfältiger, sodass auch lokale geometrische Eigenschaften von Kanten von Interesse sein können.

Zur mathematischen Untersuchung solcher Probleme haben sich sogenannte Shearlet-Systeme als sinnvoll herausgestellt. Extensive Untersuchungen beschäftigen sich jedoch weitgehend mit Systemen auf den euklidischen Räumen $\mathbb{R}^2$ oder $\mathbb{R}^3$.

Wir möchten nun ein trigonometrisches Shearlet-System auf dem dreidimensionalen Torus $\mathbb{T}^3$, in Teilen auch auf höherdimensionalen Tori $\mathbb{T}^d$ betrachten und Lokalisationsresultate verallgemeinern, die in aktuellen Arbeiten zur Detektion von Singularitäten im Zweidimensionalen eine zentrale Rolle spielen. Diese formalisieren erstmals richtungsgebundene Lokalisation trigonometrischer Funktionen in beliebiger Dimension.

Hörsaal: **Phillip Prestel** (FAU Erlangen-Nürnberg)

Immersierte Kurven in der Ebene (Bachelorarbeit)

Im Jahre 1770 wurde eine Arbeit des Mathematikers und Physikers Albrecht Meister (1724-1788) veröffentlicht, aus der ersichtlich wird, dass er sich unter anderem bereits mit geschlossenen ebenen Kurven auseinandergesetzt hat. Insbesondere beschreibt er eine schwächere Version der Aussage, dass Kurven ineinander verformt beziehungsweise zueinander homotopiert werden können, wenn sie denselben Rotationsindex haben. Ein handfester Beweis dieser Aussage wurde jedoch erst im Jahre 1937 von Hassler Whitney (1907-1989) und William Caspar Graustein (1888-1941) präsentiert. Der erste Schritt zur Klassifikation ebener Kurven war getan. Allerdings können unter generischen Homotopien drei Desaster auftreten, welche Vladimir Igorevich Arnold (1937-2010) näher untersucht hat. In seinem 1993 verfassten Paper konnte er beweisen, dass es drei Invarianten gibt, welche unter je zweien der drei Desaster invariant bleiben. Mit Hilfe dieser Invarianten konnte man nun Kurven bis auf generische Homotopien voneinander unterscheiden. Da die Bestimmung der Invarianten nicht immer ganz einfach ist, suchte man bald nach einer Möglichkeit, die Invarianten direkt aus einer Kurve zu bestimmen. Emmanuel Ferrand fand eine solche schließlich 1997 mit Hilfe von Doppeltangenten.

In diesem Vortrag werden zunächst die Grundlagen der ebenen Kurven vorgestellt und das Whitney-Graustein Deformations-Theorem sowie ein weiteres Theorem von Whitney eingeführt. Danach betrachten wir besagte Desaster und führen Arnolds Basis-Invarianten ein. Dann werden mit Hilfe von Doppelpunktindices weitere Invarianten definiert und ein Zusammenhang dieser mit den Basis-Invarianten bewiesen, aus welchem die Additivität der Invarianten gefolgert werden kann. Zuletzt wird das Konzept der Doppeltangenten eingeführt und ein Theorem bewiesen, welches es ermöglicht, die Basis-Invarianten direkt aus einer Kurve zu bestimmen.

SR A+B: **Yuliia Herasymenko** (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

CLIPGraph: A Graph-Based Approach for Contrastive Learning of CLIP Representations (Masterarbeit)

CLIP has demonstrated remarkable generalization across multimodal tasks, but its fixed embedding space presents limitations in domains requiring fine-grained discrimination, such as deepfake detection. Traditional methods—such as k-NN with linear probing, SVMs, and LoRA-based adaptation—fail to capture higher-order semantic structures and inter-sample relationships by treating CLIP embeddings independently or through shallow projections. We propose CLIPGraph, a novel framework that combines graph representation learning and contrastive learning to address these limitations.

In CLIPGraph, we reformulate the task as node classification, where CLIP embeddings (both visual and textual) are treated as knowledge graph embeddings and processed using Graph Convolutional Networks (GCNs). This graph-based approach enables us to capture non-linear relationships and structural dependencies between data points that are often missed by linear or MLP-based models. The complexity of the model increases significantly with the size of the graph, making full-graph processing impractical. For a graph with approximately 20,002 nodes and $|E| \approx 10^8$ edges, the complexity per GCN layer is estimated to be $O(2 \cdot |E| \cdot d)$, where d is the dimensionality of node features, leading to approximately 5×10^{10} operations per layer. This highlights the computational challenges associated with scaling the model to larger datasets.

During experimentation, we observed that overfitting occurred with larger datasets, likely due to the dense graph structure's complexity. We tested the impact of adding additional edges to categories and evaluated both stochastic and deterministic edge weights. Our results

show that random initialization of edge weights provided the best results in terms of model accuracy.

To address the scalability issue, we propose the use of subgraph sampling and mini-batch training as strategies to reduce memory usage and computational costs. These techniques would allow for more efficient processing of large graphs by focusing on smaller subgraphs, thus enabling the model to scale more effectively without overwhelming computational resources.

In conclusion, CLIPGraph introduces a novel, mathematically driven approach to multimodal deepfake detection by combining graph-based learning with contrastive objectives. The results demonstrate the potential of this framework to capture complex relationships within data, offering a scalable solution for tasks that require fine-grained discrimination, while acknowledging the ongoing challenges in scalability and generalization with larger datasets.

18:10

Hörsaal: **Jonas Metzinger** (Universität des Saarlandes)

Über Quantengruppen und die K -Theorie von C^* -Algebren (Bachelorarbeit)

Im Zuge der Entwicklung der Quantenphysik im Laufe des letzten Jahrhunderts stellte sich die Frage, welchen mathematischen Rahmen man zur Beschreibung quantenmechanischer Systeme benötigt – insbesondere, da Operatoren in der Quantenmechanik im Allgemeinen nicht kommutieren. Durch Arbeiten von John von Neumann, Israel Gelfand und anderen wurde deutlich, dass Strukturen wie C^* -Algebren ein geeigneter Zugang zur Modellierung solcher Systeme sind. Diese „Quantisierung“ klassischer mathematischer Theorien zeigt sich heute in vielen Bereichen – etwa in der Topologie, Maßtheorie, Informationstheorie und insbesondere in der Gruppentheorie. Letztere findet ein natürliches „quantisiertes“ Pendant in den sogenannten Quantengruppen. In meinem Vortrag möchte ich einerseits motivieren, inwiefern Quantengruppen eine sinnvolle Verallgemeinerung des klassischen Gruppenbegriffs darstellen. Andererseits möchte ich zeigen, wie Methoden aus der klassischen Gruppentheorie – insbesondere die Bass-Serre-Theorie – in einen nicht-kommutativen Kontext übertragen werden können, um beispielsweise die K -Theorie, eine wichtige Invariante in der Theorie von C^* -Algebren, von einigen Quantengruppen zu bestimmen.

SR A+B: **Jakob Konstantin Hecker** (Julius-Maximilians-Universität Würzburg)

The Geometric Whitney Problem and Neural Network Approximations on Manifolds (Masterarbeit)

A fundamental open question in deep learning is why neural networks perform so remarkably well on high-dimensional input data, such as images or sequences. A common informal explanation is the manifold hypothesis, which posits that such data lie near low-dimensional submanifolds embedded in high-dimensional space. In this talk, we explore the Geometric Whitney problem, a geometric analogue of the manifold hypothesis, which provides a theoretical foundation for the existence of these approximating manifolds. We further examine the regularity properties of these manifolds, which, in turn, ensure the existence of neural networks capable of accurately approximating twice continuously differentiable functions defined on them. Notably, in this setting, the approximation guarantees can be made independent of intrinsic properties of the underlying manifold and dependent only on extrinsic metric properties of the approximated data.

Tuesday, July 29

09:30

Hörsaal: **Lilith Amanda Isheim** (Justus-Liebig-Universität Giessen)

Endlichkeitseigenschaften der Bieri-Stallingsgruppen (Bachelorarbeit)

Topologische Räume lassen sich mit Hilfe Fundamentalgruppe und den Homologiegruppen untersuchen. Die Idee funktioniert auch andersherum: Indem wir Gruppen klassifizierende Räume zuweisen, können wir die Eigenschaften, endlich erzeugt zu sein (F_1) und endlich präsentiert zu sein (F_2) zu den Endlichkeitseigenschaften F_n verallgemeinern.

Die Bieri-Stallings-Gruppen bieten ein kanonisches Beispiel dafür, dass die Endlichkeitseigenschaften trennscharf sind: Die n -te Bieri-Stallings-Gruppe ist vom Typ F_{n-1} , aber nicht von Typ F_n . Für die erste und zweite Bieri-Stallings-Gruppe lassen sich klassifizierende Räume über affine Zellkomplexe konstruieren und die Aussage über Bestvina-Brady-Morsetheorie zeigen.

SR A+B: **Omar Elshinawy** (Constructor University Bremen)

Noise Sensitivity on Equivalence Relations (Bachelorarbeit)

Noise sensitivity was first introduced by Benjamini, Kalai and Schramm in their seminal work on Boolean functions. We propose a construction of a similar taste on binary relations. By flipping every relation with a small probability p , a natural question on recoverability arises, to which give a positive answer in the case of an equivalence relation $(X, \sim)$. We prove that equivalence relations are noise-stable under the prescribed model. In particular, we propose a simple reconstruction algorithm, and show that it achieves an asymptotically zero misclassification error.

10:10

Hörsaal: **Christoph Möller** (MLU Halle-Wittenberg)

Low Fixity Action on Groups (Masterarbeit)

Motivated by applications to Riemann surfaces, we are interested in finite permutation groups where nontrivial elements have at most four fixed points. Such groups are said to act with “low fixity”. In recent years, a lot of progress has been made towards understanding the structure of permutation groups that act with “low fixity”. Instead of focusing on permutation groups, we can naturally extend the “low fixity” concept to different algebraic or combinatorial structures.

In this talk, we are going to look at low fixity action on groups. That is, we are classifying all finite groups G that admit a group of automorphisms A such that every nontrivial automorphism in A fixes at most four elements of G .

SR A+B: **Lena Jonas** (Universität Trier)

A sharper Lyapunov-Katz central limit error bound for i.i.d. summands Zolotarev-close to normal (Masterarbeit)

We prove a central limit error bound for convolution of laws with finite moments of order $r \in [2, 3]$, taking a closeness of the laws to normality into account. Up to a universal constant, this generalises the case of $r = 3$ of the sharpening of the Berry (1941) - Esseen (1942) theorem obtained by Mattner (2024), namely by sharpening here the Katz (1963) error bound for the i.i.d. case of Lyapunov’s (1901) theorem.

For this purpose we introduce Zolotarev’s (1976) ζ distances for probability measures and a certain variant thereof due to Senatov (1980). The proof of our main result uses a specialisation of a theorem of Senatov (1980) paired with a convolution inequality obtained by Mattner (2024).

11:20

Hörsaal: **Lars-Lennert Kerti** (Georg-August-Universität Göttingen)

Twisted Bordism Theories and their Transformations (Masterarbeit)

In algebraic topology we study topological spaces via algebraic invariants such as homology or cohomology theories. Twisted (co)homology theories are generalisations of these that in some situations provide a more complete picture. Whenever there is a twisted (co)homology theory, one obtains an induced natural action in the untwisted case. These natural actions are our main focus. Specifically, we discuss an action of complex line bundles on Spin^c -bordism, and an action of KO^{-2} -cohomology on unitary bordism. Furthermore, we establish an equivariant transformation relating these two.

SR A+B: **Jette Kondziolka** (Universität Paderborn)

Ein singuläres Chemotaxismodell mit saturierter Signalproduktion

(Bachelorarbeit)

Chemotaxis bezeichnet die gerichtete Bewegung frei beweglicher Organismen – etwa von Bakterien – unter dem Einfluss chemischer Substanzen. In biologischen Modellen senden Zielzellen chemische Lockstoffe aus, die andere Zellen aufgrund ihrer chemotaktischen Sensibilität anziehen. In den 1970er Jahren entwickelten Keller und Segel ein mathematisches Modell zur Beschreibung der Chemotaxis, das verschiedene systemrelevante Parameter berücksichtigt. Bei signalsensitiven Systemen ist es spannend, ein Modell mit singulärer Sensitivität und saturierter, d.h. einer sich sättigenden, Signalproduktion zu untersuchen. Dabei beeinflusst die chemotaktische Sensitivität des Systems maßgeblich, ob ein Blow-up auftritt. Der in der Arbeit betrachtete Produktionsterm $f(u) = u^\gamma$, für $\gamma \in (0, 1)$, stellt eine gute Approximation für den in der Natur häufig beobachteten Verlauf $f(u) = u/(1 + u^{1-\gamma})$ dar. In Abhängigkeit vom Parameter γ ergibt sich ein abgeschwächter chemotaktischer Gradient ∇v , dem die Zellen folgen. In der Arbeit wurde bewiesen, dass bei kleinen Werten von γ höhere Sensitivitätswerte zulässig sind, für die die Existenz globaler klassischer sowie globaler schwacher Lösungen gegeben ist. Besonders hervorzuheben ist, dass für bestimmte Werte von γ die Existenz für alle Sensitivitätswerte gezeigt wurde.

12:00

Hörsaal: **Xinrui You** (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg)

The projective functors on the category $\mathcal{O}$ (Masterarbeit)

Bernstein and Gelfand classified the projective functors (i.e. direct summands of the tensor by a finite dimensional representation) on the category of Z -finite modules on 1980. We will discuss the restriction of the projective functors on the category $\mathcal{O}$, and the connection to Soergel bimodules.

SR A+B: **Rieke Dürbeck** (Universität Paderborn)

Brownsche Bewegung unter Bedingungen an das Wachstum der L^2 -Norm

(Masterarbeit)

In dieser Arbeit bedingen wir eine Brownsche Bewegung darauf, dass ihre L^2 -Norm ungewöhnlich langsam wächst. Dabei verallgemeinern wir bereits bekannte Ergebnisse für eindimensionale Brownsche Bewegungen auf den höherdimensionalen Fall.

Im ersten Teil der Arbeit wird eine exponentialverteilte Zufallsvariable als Schranke für die L^2 -Norm betrachtet und gezeigt, dass der Grenzprozess durch einen Ornstein-Uhlenbeck Prozess gegeben ist. Durch Reduktion auf dieses Ergebnis wird dann bewiesen, dass auch im Falle einer linearen Schranke ein solcher Grenzprozess auftritt. Hierzu entwickeln wir ein neues Resultat über die Wahrscheinlichkeit von kleinen Abweichungen für eine nicht zentrierte Brownsche Bewegung, welches auch außerhalb des Kontexts dieser Arbeit relevant sein kann.

Wednesday, July 30

09:30

PLENARY TALK (Hörsaal): **Elia Fioravanti** (Karlsruher Institut für Technologie)

Infinite groups and their automorphisms

Given two infinite groups G_1, G_2 and two finite presentations describing them, how can we tell if G_1 and G_2 are isomorphic? Given a single group G , how can we describe its outer automorphism group $\text{Out}(G)$? These two fundamental problems are closely related, and were shown to be undecidable in complete generality. At the same time, for families of groups naturally arising in topology and geometry, a solution is sometimes possible. I will discuss what is known on these problems, with a special emphasis on negatively-curved and non-positively curved groups.