

Ausführlicher akademischer Lebenslauf

Inhaltliche Übersicht

Persönliche Angaben	1
Akademischer Werdegang, Ausbildung und Qualifikation	2
Publikationen	3-4
Stipendien und Preise	5
Eingeworbene finanzielle Mittel	6
Vorträge	7-9
Ausgewählte Workshops, Konferenzen und Kolloquien	10-11
Nachwuchsförderung und Öffentlichkeitsarbeit	12
Weitere Tätigkeiten	13
Forschungsinteressen	14-20
Lehrerfahrung	21-24

Persönliche Angaben

Name:

Rebecca Anne Hedwig Waldecker

Geburtsdatum und -ort:

9. April 1979, Aachen

Akademischer Grad:

Dr. rer. nat. habil.

Universitätsanschrift:

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Mathematik
Theodor-Lieser-Straße 5
06120 Halle (Saale)

Telefon:

0345 / 5524623

Privatanschrift:

Emil-Abderhalden-Straße 23
06108 Halle (Saale)

Telefon:

0345 / 2797717

Email:

rebecca.waldecker@mathematik.uni-halle.de

Internetseite:

<http://conway1.mathematik.uni-halle.de/~waldecker/>

Akademischer Werdegang

- Seit März 2015 Professorin für Algebra an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Oktober 2009 – Februar 2015 Juniorprofessorin für Gruppen und Geometrien an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Mai 2007 – September 2009 Research Fellow an der University of Birmingham, finanziert durch den Leverhulme Trust, mit Paul Flavell.
- Januar – April 2007 Honorary Lecturer an der University of Birmingham, School of Mathematics.

Ausbildung und Qualifikation

- Habilitation an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Sommer 2013, Urkundenverleihung am 10. Januar 2014.
Titel der Arbeit: „Local arguments for Glauberman’s Z^* -Theorem“.
- Promotion im April 2007 an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, betreut von Helmut Bender.
Arbeit eingereicht im Dezember 2006, Titel: „Isolierte Involutionen in endlichen Gruppen“. Verteidigung im Januar 2007, mit Auszeichnung. Gesamtnote 1.
- 2003–2006 Doktorandin an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Diplom im Juli 2003 (Mathematik, Statistik und Ökonometrie) an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
Titel der Diplomarbeit: „Über verallgemeinerte Fitting- π -Untergruppen in endlichen Gruppen“, betreut von Helmut Bender. Gesamtnote 1.
- 1998–2003 Diplomstudiengang Mathematik, Statistik und Ökonometrie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Vordiplom 2000, Note 1).
- Abitur mit Auszeichnung im Juni 1998.
- Schulbesuch: 1989–1998 Kiel, 1986–1989 Schönberg, 1985–1986 Aachen.

Publikationen

Zeitschriftenartikel/Fachmonographien:

- [1] *Transitive permutation groups with trivial four point stabilizers*, mit Kay Magaard. Journal of Group Theory **18** (2015), 687–740.
- [2] *M_9 -free groups*, mit Juliane Pölzing. Journal of Group Theory **18** (2015), 155–190.
- [3] *Transitive permutation groups where nontrivial elements have at most two fixed points*, mit Kay Magaard, Journal of Pure and Applied Algebra **219**, Issue 4 (2015), 729–759.
- [4] *Finite simple $3'$ -groups are cyclic or Suzuki groups*, mit Imke Toborg. Archiv der Mathematik **102**, No. 4 (2014), 301–312.
- [5] *Isolated involutions in finite groups*, Memoirs of the American Mathematical Society, Volume **226**, Number 1061 (2013).
- [6] *A note on groups in which the centraliser of every element of order 5 is a 5-group*, mit Sarah Astill, Chris Parker. Siberian Mathematics Journal **53**, No. 5 (2012), 967–977. (Russisch)
Eine englische Version ist auf meiner Internetseite zu finden.
- [7] *Isolierte Involutionen in endlichen Gruppen*, überarbeitete Fassung meiner Dissertationsschrift. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften (2012).
- [8] *Special primitive pairs in finite groups*.
Archiv der Mathematik **97**, No. 1 (2011), 11–16.
Erratum in Archiv der Mathematik **98**, No. 5 (2012), auf meiner Internetseite ist aber auch eine korrigierte Fassung des ursprünglichen Artikels zu finden.
- [9] *Isolated involutions whose centraliser is soluble*.
Journal of Algebra **321** (2009), 1561–1592.
- [10] *A theorem about coprime action*.
Journal of Algebra **320** (2008), 2027–2030.

Beiträge zu Konferenzbänden:

[11] *Soluble Radicals*. Oberwolfach Report No. 20/2008.

Lehrbücher und Buchbeiträge:

[12] *Primzahltests für Einsteiger – Einführung in ein Gebiet zwischen Zahlentheorie, Algorithmik und Kryptographie für Schule und Studium*, mit Lasse Rempe-Gillen. Überarbeitete Neuauflage, Springer Spektrum (2015).

[13] *Primality testing for beginners*, überarbeitete Version des Buchs [11] in englischer Sprache, mit Lasse Rempe-Gillen. Erschienen in der Serie *Student Mathematical Library* der American Mathematical Society (2014).

[14] Beitrag „Wo Symmetrie ist, da ist eine Gruppe nicht weit“ zum Buch *Facettenreiche Mathematik – Einblicke in die moderne mathematische Forschung*, von Katrin Wendland und Annette Werner (Hrsg.). Vieweg+Teubner (2011).

[15] *Primzahltests für Einsteiger – Einführung in ein Gebiet zwischen Zahlentheorie, Algorithmik und Kryptographie für Schule und Studium*, mit Lasse Rempe. Vieweg+Teubner (2009).

Anderes:

[16] *Local arguments for Glauberman’s Z^* -Theorem*, Habilitationsschrift.

[17] „Und was studierst du?“ Beitrag zum Jahresheft 2010 der Georg-Cantor-Vereinigung.

Eingereichte Arbeiten:

[18] *Permutation groups where non-trivial elements have few fixed points*, eingereicht für den Konferenzband zu „Finite Simple Groups: Thirty Years of the Atlas and Beyond“, herausgegeben von M. Bhargava, R. M. Guralnick, G. Hiss, K. Lux und P. H. Tiep.

Stipendien und Preise

- 2012: Preis für den besten Vortrag bei der EWM-Konferenz in Bielefeld.
- 2008: „Head of School’s Prize for Excellence in Teaching“ (University of Birmingham).
- 2003–2006: Promotionsstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes.
- 2002: Zeitgleich Stipendien der Studienstiftung des deutschen Volkes (nicht in Anspruch genommen) und des DAAD für einen Aufenthalt am Institut Henri Poincaré in Paris, während der Anfertigung der Diplomarbeit.
- 1998–2003: Stipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes (nach Schulvorschlag).

Eingeworbene finanzielle Mittel

Ein Antrag beim DAAD im Rahmen des Programms „Hochschuldialog mit Südeuropa“ ist in Vorbereitung und wird im Juni 2016 eingereicht.

Bisherige Förderung:

- 2016
DFG-Projekt „Aktuelle Fragen der Computeralgebra“ zur Unterstützung der Zusammenarbeit mit Markus Pfeiffer und Christopher Jefferson (St Andrews). Laufzeit: März 2016 bis Februar 2017.
- 2014–15
DFG-Projekt „Permutationsgruppen, in denen nicht-triviale Elemente wenige Fixpunkte haben“ zur Unterstützung der Zusammenarbeit mit Kay Magaard (Birmingham). Laufzeit: Januar 2014 bis April 2015.
- 2013
DFG-Projekt „Anwendung gruppentheoretischer Methoden zur Beantwortung von Fragen aus anderen mathematischen Gebieten“ zur Anbahnung einer Zusammenarbeit mit Kay Magaard (Birmingham).
Laufzeit: Januar 2013 bis Dezember 2013.
- 2011
DFG-Mercator-Gastprofessur an der MLU Halle-Wittenberg für Christopher Parker (Birmingham), beantragt gemeinsam mit Gernot Stroth.
- Seit 2010 wurden jedes Jahr erfolgreich zusätzliche Mittel beantragt, etwa für Gastprofessuren (bekleidet u.a. von Ulrich Meierfrankenfeld, Kay Magaard, Andrew Chermak, Sergey Shpectorov), für zusätzliche Lehrangebote im Rahmen der Frauenförderung oder zur finanziellen Unterstützung bei der Ausrichtung von Konferenzen.
- 2007
Finanzielle Mittel von der London Mathematical Society zur Ausrichtung einer Konferenz zu Rob Curtis' 60. Geburtstag (University of Birmingham), organisiert von Simon Goodwin, Corneliu Hoffman, Chris Parker und mir.

Vorträge

Ende Mai 2016 werde ich auf der Konferenz zu Richard Weiss' 70. Geburtstag am KIT Karlsruhe einen Vortrag halten mit dem Titel „Towards a Z_3^* -Theorem“.

- Vortrag beim NBSAN-Treffen: „Applying permutation group theory“ an der University of St Andrews, 18. Mrz 2016.
- Vortrag im CIRCA-Seminar „Fixity and subgroup structure“ an der University of St Andrews, 26. August 2015.
- Antrittsvorlesung „Was sind und was können Gruppen?“ an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 21. Mai 2015.
- Banff International Research Station (Kanada), „Algorithms for Linear Groups“ Workshop, 20. November 2014: „Permutation groups where non-trivial elements have few fixed points“.
- Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 24. Juli 2014, im Rahmen des Berufungsverfahrens „W2 Algebra“ (Nachfolge G. Stroth): „Permutationsgruppen und Riemannsche Flächen“.
- Mathematisches Kolloquium an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 3. Juli 2014, im Anschluss an ein Forschungsfreiemester: „Fleißige Permutationsgruppen“.
- Nikolaus-Konferenz, RWTH Aachen, 6. Dezember 2013: „Permutation groups where non-trivial elements have few fixed points“.
- Kolloquium für Reine Mathematik, Uni Hamburg, 19. November 2013: „Permutation groups“.
- Algebra Seminar, University of Birmingham, 28. Februar 2013: „Permutation groups where non-trivial elements have few fixed points“.
- „Women leading in Mathematics“, University of Birmingham, 27. Februar 2013: „Permutation groups“.
- EWM-Konferenz in Bielefeld, 1. November 2012: „Permutation groups where non-trivial elements have few fixed points“.
- Banff International Research Station (Kanada), „Groups and Geometries“ Workshop, 4. September 2012: „Special primitive pairs in finite groups“.

- TU Braunschweig, Norddeutsches Gruppentheorie-Kolloquium, 30. Juni 2012: „C55-Gruppen“.
- EPFL Lausanne, 8. November 2011: „The Z^* -Project“.
- University of Aberdeen, Postgraduate Group Theory Conference, 25. Juni 2011: „Local arguments for the Z^* -Theorem“.
- TU Braunschweig, Baer-Kolloquium, 28. Mai 2011: „Das Z_p^* -Projekt“.
- Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, 9. März 2011: „The Z_p^* -Project“.
- Tokyo University of Science, 6. März 2011: „Local arguments for the Z^* -Theorem“.
- FU Berlin, 15. September 2010: „Eine neue Sichtweise auf den Z^* -Satz“.
- Festkolloquium für B. Baumann, Universität Gießen, 9. Juli 2010: „Eine neue Sichtweise auf den Z^* -Satz: der nicht-auflösbare Fall“.
- „Women in Mathematics“ Seminar, University of Birmingham, 23. März 2010: „On Burnside’s $p^a q^b$ -Theorem“.
- Friedrich-Schiller-Universität Jena, 21. August 2009, im Rahmen des Berufungsverfahrens für eine Juniorprofessur: „Sätze vom Z_p^* -Typ“.
- Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 29. Juli 2009: „Auflösbare Radikale“.
- Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 17. Februar 2009, im Rahmen des Berufungsverfahrens für eine Juniorprofessur: „Sätze vom Z_p^* -Typ“.
- Norddeutsches Gruppentheoriekolloquium in Kiel, 18.–19. Juli 2008: „Glaubermans Z^* -Satz“.
- Groups and Geometries Meeting in Oberwolfach, 20.–26. April 2008: „Soluble Radicals“.
- Oberseminar Gruppentheorie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 15. April 2008: „Auflösbare Radikale“.
- George Glauberman Conference in Chicago, 24.–28. März 2008: „A local approach to Glauberman’s Z^* -Theorem“.
- Pure Mathematics Colloquium, University of Southampton, 22. Februar 2008: „Glauberman’s Z^* -Theorem and the special role of elements of order 2“.

- Norddeutsches Gruppentheoriekolloquium in Magdeburg, 9.–10. November 2007: „Isolierte Involutionen in endlichen Gruppen“.
- Oberseminar Gruppentheorie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 6. November 2007: „Quadratisch operierende Elemente der Ordnung p “.
- Algebra Seminar, University of Aberdeen, 25. Oktober 2007: „A local approach to Glauberman’s Z^* -Theorem“.
- Algebra Seminar, University of Manchester, 15. Mai 2007: „Isolated involutions in finite groups“.
- Algebra Seminar, TU Kaiserslautern, 24. April 2007: „Isolierte Involutionen in endlichen Gruppen“.

Ausgewählte Workshops, Konferenzen und Kolloquien

Am 24. und 25. Juni 2016 findet in Halle das Norddeutsche Gruppentheoriekolloquium statt.

- Nachwuchstagung „Das Grüppchen“, 1.–2. April 2016 (Halle).
- NBSAN-Treffen, 17.–18. März 2016 (St Andrews).
- Nikolaus-Konferenz, 11.–13. Dezember 2015 (Aachen).
- Konferenz „Finite Simple Groups: Thirty Years of the Atlas and Beyond“, 2.–5. November 2015 (Princeton).
- „Finite Simple Groups“ (Geburtstagskonferenz für Richard Lyons), 9.–10. Juli 2015 (Warwick).
- „Modern Mathematics International Summer School“-, 4.–9. Juli 2015 (Bremen). Dort war ich als Dozentin eingeladen, zum Thema „Coxeter-Kammernsysteme“.
- Workshop „Groups and Geometries“, 4.–8. Mai 2015, BIRS (Banff)
- Nachwuchstagung „Das Grüppchen“, 6.–7. März 2015 (Gießen).
- Nikolaus-Konferenz, 5.–7. Dezember 2014 (Aachen).
- Workshop „Algorithms for Linear Groups“, 17.–21. November 2014, BIRS (Banff).
- Kolloquium für den 65. Geburtstag von Gernot Stroth, organisiert von mir (mit geplant von Barbara Baumeister), 10.–11. Oktober 2014 (Halle).
- „Modern Mathematics International Summer School“, 22.–29. August (Lyon). Dort war ich als Dozentin eingeladen zum Thema „Primzahltests und Symmetriegruppen“ vorgetragen.
- Nachwuchstagung „Das Grüppchen“, 8.–9. März 2014 (Halle).
- Nikolaus-Konferenz, 6.–8. Dezember 2013 (Aachen).
- „The Mathematics of John Thompson“, Konferenz zu J. G. Thompsons 80. Geburtstag, 9.–11. September 2013 (Cambridge, UK).
- EWM Konferenz, 1.–2. November 2012 (Bielefeld).
- Konferenz zu Z. Jankos 80. Geburtstag, organisiert gemeinsam mit Gernot Stroth, 19. Oktober 2012 (Halle).

- Workshop „Groups and Geometries“, 3.–7. September 2012 (Banff).
- Nachwuchstagung „Das Grüppchen“, 23.–24. März (Halle).
- „Groups 2012“, Tagung zum 75. Geburtstag von Bernd Fischer, 12.–16. März 2012 (Bielefeld).
- Workshop on geometric presentations of finite and infinite groups, 17.–23. Juli 2011 (Birmingham).
- Baer-Kolloquium, 28. Mai 2011 (Braunschweig).
- Nachwuchsseminar, organisiert gemeinsam mit Ralf Köhl (geb. Gramlich), 18. März 2011 (TU Darmstadt).
- RIMS Joint Research on Algebraic Coding Theory, Combinatorial Designs and Related Areas, 7.–9. März 2011 (Kyoto).
- Festkolloquium für B. Baumann, 9. Juli 2010 (Gießen).
- Summer School on Finite Simple Groups and Algebraic Groups, 31. August – 10. September 2009 (Berlin).
- Conference on Algebraic Topology, Group Theory and Representation Theory, zu Ron Solomons und Bob Olivers 60. Geburtstag, 9.–15. Juni 2009 (Isle of Skye).
- Conference on the local and global analysis of groups and related objects, in honor of George Glauberman, 24.–28. März 2008 (Chicago).
- Groups and Geometries Meeting in Oberwolfach, 20.–26. April 2008.
- Conference on Groups and Symmetries for Rob Curtis' 60th birthday, 20.–22. September 2007 (Birmingham). Organisiert gemeinsam mit Simon Goodwin, Corneliu Hoffman und Chris Parker.
- Summer School on Fusion Systems, 30. Juli – 3. August 2007 (Birmingham).
- Summer School on Finite Groups and Related Geometrical Structures 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2013, 2015 (Italien).
- Norddeutsches Gruppentheoriekolloquium 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014. Im Jahr 2010 organisiert in Halle.

Nachwuchsförderung und Öffentlichkeitsarbeit

Das „Grüppchen“, eine Tagung für Nachwuchswissenschaftler(innen) aus dem Bereich Gruppentheorie, lädt einmal jährlich Bachelor-Absolvent(inn)en, Master-Studierende und Doktorand(inn)en dazu ein, in kurzen Vorträgen über ihre Forschungsprojekte zu sprechen und sich in einem zwanglosen Umfeld kennenzulernen und auszutauschen. Mein Konzept dafür wird gemeinsam mit Ralf Köhl (Gießen) umgesetzt.

Während meiner Zeit in Birmingham habe ich mich bereits über Schüler(innen)seminare und Informationstage an der Öffentlichkeitsarbeit beteiligt, dort noch in geringerem Umfang. An der MLU Halle-Wittenberg engagiere ich mich zum Beispiel bei Hochschulinformationstagen, Schüler(innen)seminaren, in Zusammenarbeit mit den „Ich will wissen!“-Seiten der Universität oder auch bei der jährlich stattfindenden „Langen Nacht der Wissenschaften“. Gelegentlich werde ich als Gastdozentin für entsprechende Veranstaltungen anderer Universitäten angefragt. Neu ist die Beteiligung an Sommerschulen – sowohl als Organisatorin als auch als Dozentin.

Innerhalb des Instituts für Mathematik habe ich in der Arbeitsgruppe „Studienwerbung“ mitgewirkt, Studieninformationstage geplant und durchgeführt und federführend das Marketing-Audit für unsere Studiengänge begleitet. Seitdem bin ich für die Planung und Weiterentwicklung unserer Studienwerbung im Bereich Mathematik verantwortlich und strebe eine stärkere Vernetzung mit Aktivitäten anderer Fächer an.

Zum Beispiel wird es im Sommer 2016 an unserer Fakultät erstmalig ein mehrtägiges Forschungsseminar geben, welches im Rahmen des Projekts „Select MINT“ fachübergreifend das Thema „Symmetrie“ behandelt und sich an Schülerinnen aus Sachsen-Anhalt richtet.

Tätigkeiten als Gutachterin, in der akademischen Selbstverwaltung, weitere Aufgaben

Tätigkeit als Gutachterin:

Archiv der Mathematik,
Indian Journal of Pure and Applied Mathematics,
Journal of Algebra,
Journal of Group Theory,
Münster Journal of Mathematics
Journal of Pure and Applied Algebra.

Für die *American Mathematical Society* schreibe ich Reviews.

Aufgaben in der universitären Selbstverwaltung:

Preisvergabekommission des Prorektorats für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs,

Gleichstellungsbeirat der Universität,

Arbeitsgruppe zur Vergabe von Frauenförderungsmitteln,

Fakultätsrat der Naturwissenschaftlichen Fakultät II.

Im Herbst 2014 wurde ich zur stellvertretenden Direktorin des Instituts für Mathematik gewählt, woraufhin im Herbst 2015 die Wahl zur Geschäftsführenden Direktorin des Instituts folgte.

Mitgliedschaften und Ehrenämter:

- Georg-Cantor-Vereinigung e.V.,
- Verein der Freunde und Förderer des Mathematischen Seminars der CAU Kiel e.V.,
- Vereinigung der Freunde und Förderer der MLU Halle-Wittenberg e.V.,
- „European Women in Mathematics“,
- Deutscher Hochschulverband, seit April 2016 im Präsidium.
- Seit Juli 2012 bin ich Vertrauensdozentin für die Studienstiftung des deutschen Volkes an der MLU Halle-Wittenberg.

Forschungsinteressen

Meine Forschung konzentriert sich auf die Strukturtheorie endlicher Gruppen und zunehmend auf die Anwendbarkeit der Ergebnisse dieser Theorie in anderen Gebieten. Seit 2015 hat sich ein neuer Schwerpunkt herauskristallisiert, in dem es um Fragen der Computeralgebra geht. Hier wird die Zusammenarbeit mit Christopher Jefferson und Markus Pfeiffer (beide St Andrews) von der DFG gefördert. Wir planen eine längerfristige Kooperation, für die ich auch in den kommenden Jahren Projektmittel einwerben werde.

Im Bereich der Gruppentheorie selbst interessiert mich besonders die Bandbreite lokaler Techniken. Große Teile meiner Arbeit waren und sind von dem Bestreben motiviert, diese Techniken in verschiedene Richtungen weiterzuentwickeln und zu verfeinern. Dabei sind mehrere Aspekte von Bedeutung, von denen ich nur einige exemplarisch erwähnen möchte:

- Allein die bisher entwickelte Strukturtheorie für endliche Gruppen hat schon zahlreiche Anwendungen in anderen Bereichen gefunden und die Entwicklung neuer Gebiete stark beeinflusst (zum Beispiel die algebraische Herangehensweise an Fusionssysteme). Der Einfluss dieser Methoden ist in den letzten Jahren wieder deutlicher sichtbar geworden und damit auch das Bewusstsein für deren Weiterentwicklung.
- Viele Anwendungen der Klassifikation der endlichen einfachen Gruppen machen es erforderlich, die in Frage kommenden Gruppen genau zu kennen. Je mehr allgemeine Strukturtheorie hier zur Verfügung steht, desto besser!
- Abstrakte gruppentheoretische Resultate werden überall dort benötigt, wo Fragen nicht auf die Klassifikation der endlichen einfachen Gruppen zurückgeführt werden können oder sollen oder wo sogar generell auf starke und technisch aufwändige Klassifikationssätze verzichtet werden soll. Dafür gibt es ganz unterschiedliche mathematische und philosophische Gründe.
- Die starken Klassifikationssätze, die wir haben und die für eine rasante Entwicklung in manchen mathematischen Gebieten sorgen (etwa in der Darstellungstheorie, wo sie zur Verifikation von lange offenen Vermutungen verwendet werden) bauen auf einer langen Entwicklung von Theorie auf. Dieses Wissen darf nicht verloren gehen.

In der Bandbreite meiner laufenden Projekte, die auf den folgenden Seiten beschrieben werden, ist die reine Strukturtheorie ebenso vertreten wie Fragestellungen, die sich auf konkrete Anwendungen beziehen.

Im ersten Projekt geht es um Fragen aus der Computeralgebra, die ich gemeinsam mit zwei Kollegen aus St Andrews behandle. Wir befassen uns mit Algorithmen für Permu-

tationsgruppen und damit, wie einige grundsätzliche schwierige Berechnungsprobleme effizienter behandelt werden können.

Das zweite Forschungsvorhaben ist dasjenige, mit dem ich mich schon am längsten befasse, und es ist das abstrakteste und schwierigste meiner laufenden Projekte. Ziel ist die Weiterentwicklung lokaler Techniken, um ein Analogon von Glaubermans Z^* -Satz für ungerade Primzahlen beweisen zu können.

Im dritten beschriebenen Projekt geht es um Permutationsgruppen, aber die motivierenden Fragen kommen aus der Algebraischen Geometrie. Insofern steht dieses Projekt stellvertretend für gruppentheoretische Probleme, die mit einer Kombination aus lokalen Techniken und der Analyse konkreter einfacher Gruppen lösbar sind und die ganz klar anwendungsbezogen sind.

Nicht weiter ausgeführt ist mein Interesse an Untergruppenverbänden und dort speziell an Charakterisierungen endlicher Gruppen anhand ihres Untergruppenverbands. In diesem Bereich habe ich eine Masterarbeit betreut, die zu einer Veröffentlichung führte (siehe [2] in der Publikationsliste).

Die drei wichtigsten aktuellen Projekte sind auf den nächsten Seiten genauer beschrieben. Sie enthalten jeweils Teilprobleme, die in Zusammenarbeit mit Studierenden im Rahmen von Abschlussarbeiten behandelt werden können.

Mit der Breite, die durch diese unterschiedlichen Themen abgedeckt wird, setze ich innerhalb des Fachs Mathematik einen klaren Schwerpunkt in der Algebra, speziell in der Gruppentheorie, möchte aber auch deutlich machen, wie vielfältig die Anknüpfungspunkte für interdisziplinäre Zusammenarbeit sind. Hier sind vor allem die Fächer Informatik, Physik und Chemie zu nennen.

1. Algorithmen für Permutationsgruppen

Die Vielfältigkeit der Anwendungsmöglichkeiten von Methoden und Resultaten aus der endlichen Gruppentheorie zeigt sich seit inzwischen mehreren Jahrzehnten in beeindruckender Weise. Gleichzeitig gibt es einen Bereich, in dem Symmetrie – und damit Gruppentheorie – ganz natürlich auftritt und wo sie dennoch bisher nicht immer ausgenutzt wird: Algorithmen.

Ein Grund dafür mag sein, dass viele Mathematiker(innen) zwar Computeralgebra-Programme wie GAP und MAGMA verwenden, aber selbst nicht an der Programmierung und Weiterentwicklung beteiligt sind und die verwendeten Algorithmen gar nicht kennen.

Ein weiterer Grund liegt in der mangelnden Kommunikation: Vielen meiner Kolleg(inn)-en ist nicht bewusst, dass es zahlreiche Probleme in der theoretischen Informatik gibt, wo es zwar vom Standpunkt der Gruppentheorie aus gute Verbesserungsansätze gibt, wo diese aber noch nicht verfolgt worden sind. Es gibt Literatur, die kaum zugänglich ist, wo die Ergebnisse nur teilweise bekannt und kaum ausgewertet bzw. in Algorithmen implementiert sind. Auch ist die Sprache ein Hindernis: Ein für Expert(inn)en in abstrakter endlicher Gruppentheorie verfasster Artikel ist für Kollege(inn)en aus der Informatik kaum verständlich, und umgekehrt sind Arbeiten aus der theoretischen Informatik wahrscheinlich kaum zu verstehen für Mathematikerinnen und Mathematiker, die auf abstrakte Gruppentheorie spezialisiert sind.

Im Sommer 2015 haben Markus Pfeiffer, Christopher Jefferson und ich uns eine ganze Woche lang mit Fragestellungen aus der Computeralgebra befasst, bei denen aus Sicht der Informatik ein großer Bedarf an der Verbesserung bestehender Algorithmen besteht oder wo sogar ganz neue Ansätze entwickelt werden sollen. Hier ist nur ein Beispiel:

Gegeben ist ein logisches Problem, welches Symmetrie aufweist und mit einem Suchalgorithmus gelöst werden soll. Nun soll die Symmetrie möglichst gut genutzt werden, um die Suche effizienter zu machen. Damit die Symmetrie aber genutzt werden kann, muss sie zunächst *erkannt* werden, und zwar möglichst früh während der Suche.

Eine Möglichkeit ist das so genannte “Symmetry Breaking by Dominance Detection”. Die Suche wird komplett gespeichert, und sobald ein Suchzweig symmetrisch zu einem bereits durchsuchten Stück ist, wird das vorherige Suchergebnis benutzt, um diesen Teil der Suche abzukürzen.

Eine andere Möglichkeit ist, vorher die Symmetrie des Suchbaums möglichst gut zu erfassen und dann mit Hilfe eines Canonical Image zu entscheiden, welche Teile des Suchbaums überhaupt durchsucht werden.

Bei unseren Gesprächen waren besonders zwei Dinge auffällig:

In manchen Algorithmen sind Vereinfachungen möglich oder kleine Veränderungen, die die Laufzeit verbessern, die auf sehr einfachen Symmetrieüberlegungen basieren. Da

wir spontan mehrere solche Beispiele gefunden haben, bin ich sicher, dass es noch viele weitere solche Verbesserungsmöglichkeiten gibt.

Weiterhin gab es zu Beginn manchmal Kommunikationsprobleme, und daher ist ein wesentliches Ziel der weiteren Zusammenarbeit, schwer zugängliche Literatur in einer gemeinsamen Sprache aufzuarbeiten und einige bestehende Algorithmen und Fragestellungen – wie etwa backtrack search, partition backtracking, canonical image – sehr detailliert zu beschreiben und dafür eine Sprache zu finden, die für Kolleginnen und Kollegen sowohl aus der Mathematik als auch aus der Informatik zugänglich ist.

Wie wir festgestellt haben, sind auch noch offene theoretische Fragen zu klären, es gibt Möglichkeiten für Parallelisierung, die noch nicht ausgeschöpft sind, und wir haben zahlreiche Ideen für neue Algorithmen, die gefundene Symmetrieeigenschaften ausnutzen.

Die Zusammenarbeit mit Markus Pfeiffer und Christopher Jefferson wird seit März 2016 von der DFG gefördert. Wir planen eine längerfristige Fortsetzung der Zusammenarbeit, daher auch weitere Projektanträge, und speziell bei diesem Forschungsprojekt würde ich von einem Umfeld profitieren, wo ein Interesse an solchen Fragestellungen besteht.

2. Lokale Methoden für einen Z_p^* -Satz

Nachdem Glauberman im Jahre 1966 sein als Z^* -Satz bekannt gewordenes Resultat bewiesen hatte, stellte sich die Frage nach Verallgemeinerungen für ungerade Primzahlen. Nach ersten Fortschritten von Shult, Rowley, Broué und anderen dauerte es schließlich bis zur Klassifikation der endlichen einfachen Gruppen, bis, mit ihrer Hilfe, eine Version des Z^* -Satzes für ungerade Primzahlen verifiziert werden konnte:

Z_p^* -Satz. *Sei G eine endliche Gruppe, sei p prim und $x \in G$ ein isoliertes Element der Ordnung p . Dann ist $x \in Z_p^*(G)$.*

Dabei bezeichnet $Z_p^*(G)$ das volle Urbild von $Z(G/O_p(G))$ in G und $x \in G$ heißt **isoliert in G** genau dann, wenn $C_G(x)$ kein Konjugiertes von x enthält außer x selbst. Häufig wird eine andere, dazu gleichwertige Definition verwendet, nämlich, dass in einer festen (und daher in jeder) p -Sylowuntergruppe P von G , die x enthält, schon x das einzige zu sich konjugierte Element in P ist.

Mein bisher umfangreichstes Forschungsprojekt, beginnend mit der Promotion, hatte zum Ziel, einen neuen Beweis für den ursprünglichen Z^* -Satz zu finden, also für den Spezialfall $p = 2$. Dieser neue Beweis sollte:

- keine oder nur sehr schwache zusätzliche Voraussetzungen haben,
- hauptsächlich gruppentheoretische, genauer lokale Argumente verwenden und
- zumindest in Teilen auf Ideen basieren, die auf ungerade Primzahlen übertragbar sind.

Für mich drückt der zweite Aspekt aus, dass die Stärke der lokalen Argumente an diesem für die endliche Gruppentheorie so wichtigen Resultat getestet werden soll und dass dafür auch gewisse Zugeständnisse bei den Voraussetzungen hinnehmbar sind.

Dies ist gelungen (siehe [5] in der Publikationsliste), und sowohl die Bandbreite der verwendeten Methoden als auch die Länge und Komplexität des Beweises können als Hinweis darauf bewertet werden, wie tiefgehend der Z_p^* -Satz ist. Tatsächlich spielen einige wesentliche Ideen, die im Beweis auftauchen, auch für die Klassifikation der endlichen einfachen Gruppen eine wichtige Rolle.

Nach Abschluss dieses Teilprojekts bin ich überzeugt davon, dass es sehr schwierig ist, überhaupt eine tragfähige Strategie für einen Beweis für den Z_p^* -Satz für ungerade Primzahlen zu finden und in Spezialfällen zu testen.

Das Promotionsprojekt meiner ehemaligen Doktorandin Imke Toborg markierte den konkreten Beginn der Arbeit an einer solchen Strategie. Wir sind Rowleys Idee gefolgt, sich zunächst auf die Primzahl 3 zu konzentrieren anstelle eines isolierten Elements der Ordnung 3 ein 3-lokal zentrales 3-Element zu betrachten. Ein 3-Element $x \in P \in \text{Syl}_3(G)$ heißt **3-lokal zentral** genau dann, wenn für jede nicht-triviale Untergruppe R von P schon $x \in Z(N_G(R))$ ist.

Hier ist der Satz von Rowley (1981):

Ist G eine endliche Gruppe und $x \in G$ ein 3-lokal zentrales 3-Element, dann ist $x \in Z_3^(G)$.*

Frau Toborg hat in ihrem Promotionsprojekt neue Argumente gefunden, die anders als bei Rowley nur wenige Klassifikationssätze benötigen und sehr klar die Beziehung zwischen der 2-Struktur und der 3-Struktur der Gruppe G herausarbeiten. Wir setzen diese Arbeit gemeinsam fort und konzentrieren uns zunächst auf den Spezialfall, dass $x \in G$ ein isoliertes Element der Ordnung 3 ist.

Mit Standardargumenten können wir zeigen, dass ein minimales Gegenbeispiel G mit einem isolierten Element x der Ordnung 3, welches nicht in $Z_3^*(G)$ liegt, fast einfach ist, 2-Rang mindestens 3 hat und keine stark eingebettete Untergruppe besitzt. Der 2-Rang spielt später eine Rolle, wenn wir Signalisatorfunktoren verwenden. Die Verbindung zwischen der 2- und der 3-Struktur der Gruppe sehen wir zum ersten Mal, wenn wir zeigen, dass es in G eine x -invariante 2-Sylowuntergruppe gibt. Als natürliche Fallunterscheidung ergibt sich dann, ob der Zentralisator $C := C_G(x)$ gerade Ordnung hat, vielleicht sogar eine 2-Sylowuntergruppe von G enthält, oder ob C ungerade Ordnung hat. Der zweite Fall kann schnell ausgeschlossen werden; im ersten Fall beginnt die eigentliche Arbeit.

Wir entwickeln zahlreiche allgemeine Resultate, die die Untergruppenstruktur und Fusion in G betreffen, bevor wir uns auf folgenden Spezialfall konzentrieren:

$C := C_G(x)$ ist auflösbar.

Unser Ziel ist, für diesen Spezialfall, notfalls mit leichten weiteren Spezialvoraussetzungen, eine durchgehende Strategie zu entwickeln, die uns bis zu einem Widerspruch führt.

Als Zwischenresultate haben wir bisher:

- C enthält keine 2-Sylowuntergruppe von G ,
- unter leichten Zusatzvoraussetzungen besitzt G eine stark 3-eingebettete Untergruppe (diese ist dann eine maximale Untergruppe und hat 2-Rang mindestens 2),
- wenn wir zusätzlich die Struktur der Zentralisatoren von 2-zentralen Involutions kontrollieren können, dann greifen Klassifikationssätze und wir erhalten einen Widerspruch.

Die zusätzlichen Voraussetzungen, die wir momentan noch brauchen, um zum Beispiel Signalisatorfunktoren nutzen zu können, sind natürlich und nicht stark, daher bin ich optimistisch, dass wir sie noch weiter abschwächen können.

3. Permutationsgruppen, in denen jedes nicht-triviale Element wenige Fixpunkte hat

Zahlreiche Fragen aus der Algebraischen Geometrie führen zu Fragen über endliche Gruppen, wie zum Beispiel Hurwitzgruppen.

Zum Beispiel haben Kay Magaard (Birmingham) und ich uns, ausgehend vom Satz von Schoeneberg über Fixpunkte von nicht-trivialen Automorphismen einer Riemannschen Fläche, mit Permutationsgruppen beschäftigt, in denen nicht-triviale Elemente wenige Fixpunkte haben. Seit 2012 arbeiten wir an einem Projekt zu diesem Thema und haben bereits zwei Arbeiten veröffentlicht (siehe [1] und [3]), die dritte schreiben wir gerade gemeinsam mit Barbara Baumeister und planen die Einreichung im Sommer 2016.

Um die Fragestellung kurz zu beschreiben, sei G eine endliche Gruppe, die treu und transitiv auf der Menge Ω operiert. Hat jedes nicht-triviale Element von G keinen oder höchstens einen Fixpunkt, so operiert G regulär oder ist eine Frobeniusgruppe. Setzen wir nun also voraus, dass $G^\#$ ein Element besitzt, welches zwei Fixpunkte auf Ω hat.

Der erste Fall ist, dass kein nicht-triviales Element von G mehr als zwei Fixpunkte hat. In diesem Fall haben wir detaillierte Strukturaussagen bewiesen, teilweise aufbauend auf älteren Arbeiten von Pretzel und Schleiermacher. Zusätzlich haben wir alle Beispiele für einfache Gruppen G mit den genannten Eigenschaften klassifiziert. Bis auf kleine Gruppen, die in zwei verschiedenen Charakteristiken auftreten, tauchen dabei nur projektive spezielle lineare Gruppen der Dimension 2 und Suzuki-Gruppen als unendliche Serien auf. Auch die möglichen Operationen haben wir in diesen Fällen genau bestimmt. Erweiterungen solcher Gruppen (quasi-einfach oder fast einfach) können auch als Beispiele vorkommen und sind von uns in [3] klassifiziert worden.

Sobald auch drei Fixpunkte erlaubt sind, tauchen neue Serien einfacher Gruppen als Beispiele auf, und nun gibt es auch sporadische Gruppen, die auf diese Art und Weise auf einer Menge wirken können (siehe [1]).

Im Laufe der Zeit sind wir immer wieder auf Arbeiten gestoßen, in denen Spezialfälle unserer Fragestellungen behandelt worden sind: Pretzel und Schleiermacher in den 1970er Jahren, später auch Ronse, Rowling und Buekenhout. In den letztgenannten Arbeiten lag der Schwerpunkt bei der Maximalanzahl von Fixpunkten, die Involutionen haben – eine Frage, die letztlich auf Bender zurückgeht und seiner Arbeit über stark eingebettet Untergruppen zugrunde liegt.

Wir konnten daher sehr von diesen Arbeiten profitieren in den Fällen, wo die Punktstabilisatoren gerade Ordnung haben und wo die Strukturanalyse vergleichsweise kompliziert ist. Die 3-Struktur zu verstehen, ist weniger aufwändig.

Unsere Strategie ist nun folgende:

Wir entwickeln Strukturtheorie für den Fall, dass nicht-triviale Elemente höchstens vier Fixpunkte haben, und untersuchen speziell die Fälle, in denen die Punktstabilisatoren gerade bzw. ungerade Ordnung haben, durch 3 teilbare Ordnung bzw. zu 3 teilerfremde Ordnung.

Dann analysieren wir, wie sich die Voraussetzungen auf Faktorgruppen vererben, um später eine Reduktion auf fast einfache Gruppen vornehmen zu können. Dort angekommen, gehen wir basierend auf der Klassifikation der endlichen einfachen Gruppen alle Möglichkeiten durch. Dabei unterscheiden wir die Fälle, wo die Punktstabilisatoren durch drei teilbare Ordnung haben, gerade und zu 3 teilerfremde Ordnung bzw. zu 6 teilerfremde Ordnung.

Schließlich kommt eine detaillierte Beschreibung aller möglichen Beispiele heraus, in denen die operierende Gruppe einfach ist, jeweils mit genauer Beschreibung der Wirkung.

Wie schon die vorherigen beiden Arbeiten soll auch diese einen allgemeinen Struktursatz enthalten, der abstrakt anwendbar ist. Für die konkreten Anwendungen in der Theorie der Riemannschen Flächen sind die einfachen Gruppen interessant, die auftreten, und dort diejenigen, die mit zyklischem Punktstabilisator wirken.

Wir planen daher, eine weitere Arbeit zu schreiben, in der die Ergebnisse anwendungsfreundlich zusammengefasst und übersichtlich dargestellt sind – zumal wir selbst an den Anwendungen interessiert sind (mögliche Verzweigungsstrukturen etc.).

Lehrerfahrung

Veranstaltungen an der MLU Halle-Wittenberg:

Im Sommersemester 2016 halte ich die Vorlesung „Galoistheorie“ mit begleitenden Workshops und biete mehrere Fach- bzw. Proseminare an, davon eines fachübergreifend. Das gemeinsame Algebra-Seminar mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena wird ebenfalls fortgesetzt. Erstmals gibt es in diesem Semester Workshops, welche die Studierenden bei der Vorbereitung ihrer Pro- oder Fachseminarvorträge unterstützen und ihnen Hilfestellung bei der Anfertigung der schriftlichen Ausarbeitung geben. Diese Workshops führe ich nicht selbst durch, sondern habe das Konzept dafür gemeinsam mit einem meiner Studenten entwickelt, welcher die Workshops leitet. Das Format wird gut angenommen und soll fortgesetzt werden.

- Fachseminar „Gruppentheorie“ und gemeinsames Algebra-Seminar mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Wintersemester 2015/16.
- Vorlesung und Übung „Darstellungstheorie“, Wintersemester 2015/16.
- Vorlesung „Algebra“ mit begleitenden Workshops, Wintersemester 2015/16.
- Fachseminar „Gruppentheorie“ und gemeinsames Algebra-Seminar mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Sommersemester 2015.
- Vorlesung und Übung „Endliche Gruppen vom Lie-Typ“, Sommersemester 2015.
- Vorlesung „Lineare Algebra“ mit begleitenden Workshops, Sommersemester 2015.
- Fachseminar „Gruppentheorie“ und gemeinsames Algebra-Seminar mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Wintersemester 2014/15.
- Vorlesung „Lineare Algebra“ mit begleitenden Workshops, Wintersemester 2014/15.
- Vorlesung, Übung und Workshop „Gruppentheorie“, Sommersemester 2014.
- Vorlesung und Workshop „Galoistheorie“, Sommersemester 2013.
- Fachseminar „Algebra und Zahlentheorie“, Sommersemester 2013.
- Proseminar „Gruppentheorie in Physik und Chemie“, Sommersemester 2013.
- Vorlesung und Übung „Darstellungstheorie“, Wintersemester 2012/13.

- Vorlesung „Algebra“ mit Workshop, Wintersemester 2012/13.
- Vorlesung „Lineare Algebra“ mit begleitenden Workshops, Wintersemester 2011/12 und Sommersemester 2012.
- Vorlesung und Übung „Gruppen und Geometrien“, Sommersemester 2011.
- Algebra-Seminar, Sommersemester 2011.
- Workshop „Mathematischer Ausdruck“, eintägig.
- Vorlesung und Übung „Kammernsysteme und Gebäude“, Wintersemester 2010/11.
- Zahlentheorie-Seminar, Wintersemester 2010/11.
- Vorlesung und Übung „Galoistheorie“, Sommersemester 2010.
- Vorlesung „Algebra“, Wintersemester 2009/10.
- Gruppentheorie-Seminar, Wintersemester 2009/10.

Veranstaltungen an der University of Birmingham:

- Vorlesung und Übung „Number Theory II“, Frühjahr 2009.
- Vorlesung und Übung „Number Theory II“, Frühjahr 2008.
Für diese Veranstaltung wurde mir der „**Head of School’s Prize for Excellence in Teaching**“ verliehen.
- Vorlesung und Übung „Number Theory II“, Frühjahr 2007.
- Vorlesung „History and Context of Mathematics (Pure Mathematics)“, Frühjahr 2007.
- Übung „Sequences and Series“, Frühjahr 2007.
- Übungen „Number Theory“ und „Polynomials, rings and metric spaces“, Herbst 2005.

Übungsgruppen an der CAU Kiel (2001-2004):

- Gruppentheorie I, II.
- Mathematik für Erstsemester.
- Lineare Algebra I, II.
- Lineare Algebra und Analysis für Physiker.

Weitere Erfahrung in Lehre und Betreuung

Zur Zeit betreue ich drei Bachelorarbeiten und eine Masterarbeit. Das Themenspektrum reicht von Fragen der Darstellungstheorie und Galoistheorie über Anwendungen algebraischer Methoden in den Naturwissenschaften bis hin zu Algorithmen für Permutationsgruppen.

Für Herbst 2016 ist der Beginn eines Promotionsprojekts geplant.

Betreute Arbeiten

Promotionen:

2014 Imke Toborg „Local Arguments for a Theorem of Z_3^* -Type“.

Die Arbeit erhielt das Prädikat „summa cum laude“ und wurde mit dem Dorothea-Erxleben-Preis der Universität ausgezeichnet.

Masterarbeiten:

2013 Juliane Pölzing „ M_9 -freie Gruppen“. Sie erhielt für diese Arbeit den studentischen Forschungspreis der Georg-Cantor-Vereinigung e.V. und hat die Ergebnisse mit mir gemeinsam veröffentlicht (siehe [2]).

Staatsexamensarbeiten:

- **2016** Patrick Salfeld „Permutationsgruppen und Riemannsche Flächen“
- **2015** Martin Fratzky „Die Beiträge von Evariste Galois zur Algebra im 19. Jahrhundert“ (Co-Betreuung)
- **2012** Andreas Zimmer „Lösungsstrategien für diophantische Gleichungen“

Bachelorarbeiten:

- **2014** Laura Gonschorek „Das Umkehrproblem der Galoistheorie über \mathbb{Q} “.
- **2014** Clemens Tietze „Frobeniusgruppen“
- **2013** Sebastian Branditz „Primzahlgraphen für endliche Gruppen“
- **2012** Paul Kramer „Charakterisierung Endlicher Gruppen durch ihre Untergruppenverbände“
- **2011** Juliane Pölzing „Basisgrößen für Permutationsgruppen“
- **2010** Henning Seidler „Lokale Methoden für den Feit-Thompson-Satz“

Verschiedenes

An der University of Birmingham habe ich Arbeitsgruppen zu verschiedenen Themen geleitet, als „Personal Tutor“ Studierende betreut und gemeinsam mit dem School Liaison Officer Deryk Osthus einen eintägigen Mathematik-Workshop für Schüler(innen) durchgeführt.

An der MLU Halle-Wittenberg betreue ich gelegentlich Schulpraktika oder besondere Lernleistungen, zuletzt 2015.

Unabhängig von meinem konkreten Arbeitsumfeld bin ich seit 2005 regelmäßig in den Bereichen Öffentlichkeitsarbeit und Begabtenförderung tätig. Dies umfasst die Betreuung von Praktika, Vorträge in Schulen und Vorlesungen in Schüler(innen)seminaren, bei Workshops oder auf Sommerakademien.