

Illustration als mathematische Forschungstechnik

Ein Bericht über das thematische Trimester am Institut Henri Poincaré

Fabian Lander, Tim Reinhardt und Martin Skrodzki

Das thematische Trimester „Illustration as a Mathematical Research Technique“ am Pariser Institut Henri Poincaré im Frühjahr 2026 widmete sich der Rolle von Illustration als Werkzeug mathematischer Forschung. Wir fassen hier Ziele und persönliche Höhepunkte des Trimesters zusammen. Abschließend geben wir einen Überblick über Anknüpfungspunkte zur stetig wachsenden Gemeinschaft rund um mathematische Illustrationen.

Das thematische Trimester „Illustration as a Mathematical Research Technique“ fand vom 5. Januar bis 3. April 2026 am Institut Henri Poincaré (IHP) in Paris statt. Im Mittelpunkt stand die Rolle von Illustration als Werkzeug mathematischer Forschung – verstanden als alle Formen der physischen oder digitalen Veranschaulichung mathematischer Ideen, von Computervisualisierungen über 3D-Druck bis hin zu Umsetzungen in und mit Textilien. Moderne Technologien ermöglichen es dabei, Mathematik als experimentelle Wissenschaft zu betrachten, bei der computergestützte Ergebnisse den Zyklus von Problemstellung, Hypothese und Beweis antreiben, vergleiche [1]. Das Trimester verfolgte drei zentrale Ziele: die Forschung durch mathematische Illustration voranzubringen, die Fähigkeiten zur Erstellung und Nutzung solcher Illustrationen zu verbreiten und die

Theorie hinter Illustration als Forschungsinstrument weiterzuentwickeln.

Ein zentrales Element des Trimesters war die praktische Auseinandersetzung mit der Erstellung mathematischer Illustrationen, wobei die Teilnehmer:innen nicht nur über deren Einsatz nachdachten, sondern diese aktiv weiterentwickelten. Besonders wichtig war die Einbindung junger Forscher:innen, um eine wachsende internationale Gemeinschaft in diesem Bereich zu stärken. Das Programm begann mit einer Graduiertenschule Anfang Januar am CIRM bei Marseille. Fünf eingeladene Vortragende zeigten auf, wie Illustrationen ihre Forschung prägen, während zwei Minikurse die Erstellung mathematischer Illustrationen mit CindyJS (cindyjs.org) und Shadertoy (shaders.stevejtrittel.site) vermittelten. Tägliche Übungen und kollaborative Arbeits-



Abbildung 1. Workshop-Teilnehmer:innen während einer Gruppenarbeitsphase

phasen boten den Teilnehmer:innen Raum, eigene Visualisierungen zu entwickeln.

Die drei Hauptworkshops des Trimesters am IHP knüpften hieran an: Der erste Workshop widmete sich der interdisziplinären Erforschung mathematischer Illustrationen und mündete in strukturierten Gruppendiskussionen, die grundlegende Fragen für die Zukunft des Feldes aufwarfen. Die beiden folgenden Workshops zu Anwendungen in Geometrie/Topologie sowie Zahlentheorie kombinierten Forschungsvorträge mit Arbeitsgruppen, die etwa Zeichnermethoden oder experimentelle Programmieransätze mit künstlicher Intelligenz erkundeten. Neben den Workshops prägten wiederkehrende, von den Teilnehmer:innen getragene, Formate das Trimester: Dazu zählten drei Seminarreihen sowie informelle Treffen wie „Show & Ask“, eine Zeichengruppe, eine VR-Gruppe, „Mathematik im Internet“, und Mathematik mit Schere und Papier. Unterstützt wurde dies durch den Makerspace (fablab.sorbonne-universite.fr) der Universität Sorbonne, der es den Teilnehmer:innen ermöglichte, ihre Ideen direkt umzusetzen. Ergänzt wurde das Trimesterprogramm durch die Clay-Vorlesung, gehalten von Ingrid Daubechies, und eine assoziierte Ausstellung „Creation: Between Art and Mathematics“. Letztere ist vom 9. April bis 25. Juli 2026 im Mathematikmuseum „Maison Poincaré“ zu sehen und zeigt neben kuratierten Objekten auch Projekte und Prototypen aus dem Trimester.

Das Trimester in Paris steht in einer Tradition von Veranstaltungen (illustratingmath.org/events), die seit Jahren eine lebendige Gemeinschaft rund um das Thema „Illustrating Mathematics“ formen. Dazu zählen ein einwöchiger Workshop am ICERM (2016), ein dreimonatiges Programm am ICERM (2019), ein einwöchiges Programm am PCMI (2021) sowie ein weiteres einwöchiges Programm am ICERM (2025). Am Pariser Programm nahmen insgesamt etwa 300 Personen teil, wobei rund 40 Teilnehmer:innen das gesamte Trimester über vor Ort waren. Im Folgenden beleuchten wir einige persönliche Höhepunkte des Trimesters.

Höhepunkte des Trimesters

Erste Workshopwoche zum Thema „Rigorous Illustrations – Their Creation and Evaluation for Mathematical Research“
Im Zentrum des Workshops stand eine grundlegende Frage: Wie können mathematische Illustrationen in der Forschung gewinnbringend(er) eingesetzt werden? Denn schon heute werden mathematische Resultate durch Bilder, Modelle und andere Formen der Illustration ausgedrückt, gerade wenn sie eine elegante oder hübsche Visualisierung zulassen. Abstrakte Strukturen und Ideen lassen sich so auch mittels unserer visuellen und räumlichen Wahrnehmungsvermögens begreifen, zusätzlich zur Schriftsprache. Viele mathematische Tatsachen wurden in der Geschichte erst visuell erfasst, lange bevor sie formal bewiesen werden konnten. Für die Forschung eröffnet sich dabei die Herausforderung, durch Illustration gezielt neue mathematische Strukturen zu erkennen und Ideen zu extrahieren, dabei aber gleichzeitig keiner Suggestivwirkung oder Irreführung anheimzufallen.

In mehreren Vorträgen wurden diese Gedanken aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. Edmund Harriss eröffnete die Woche mit dem Vortrag „Why Rigorous Illustration?“ und formulierte eine Leitidee des Workshops: Illustrationsprozesse können gewissermaßen als dual zur mathematischen Modellierung verstanden werden; während mathematische Modellierung beobachtbare (physikalische) Phänomene in mathematische Sprache übersetzt, kehrt Illustration diesen „Übersetzungsprozess“ um und strebt danach, abstrakte Mathematik wahrnehmbar zu machen. So können Visualisierung und Modellierung niemals vollständig perfekt sein, da sie zwischen unterschiedlichen Ebenen vermitteln, die keine ideale „Übersetzung“ ermöglichen. Doch gerade in der Fähigkeit von Illustrationen, Aspekte eines Phänomens aus anderer Perspektive zu beleuchten und so neu zu verstehen, liegt ihr erkenntnistheoretisches Potenzial.

Die Vielfalt der Themen spiegelte die Interdisziplinarität der Woche wider. Vorträge wie „Is Math Big or Small?“ (Elliot Kienzle [3]), „Embodying Mathematics Without Sight“ (Loris Palaj) oder „What is Visualization Literacy and How Should We Measure It?“ (Lily Ge) verbanden mathematische Forschung, Wahrnehmungspsychologie, Kunst, Barrierefreiheit und Wissenschaftskommunikation. Außergewöhnlich war auch das Format des Workshops. Während die Vormittage klassischen Vorträgen gewidmet waren, standen die Nachmittage im Zeichen von Illustrationskritiken und Gruppenarbeiten (Abb. 1). In interdisziplinär zusammengesetzten Teams diskutierten Mathematiker:innen, Künstler:innen und Kommunikator:innen gemeinsam über Illustration anhand expliziter Beispiele und als Wissenschaftsfeld allgemein. Die Gruppenarbeiten führten trotz der unterschiedlichen Hintergründe zu bemerkenswert ähnlichen Ergebnissen. Weitgehender Konsens bestand darin, dass mathematische Illustration langfristig stärker als eigenständige Forschungs- und Kommunikationspraxis etabliert werden sollte. Als Möglichkeiten für den Ausbau des Forschungsfelds „Illustrating Mathematics“ diskutierten die Teilnehmer:innen unter anderem die Gründung eines eigenen Journals für mathematische Illustration, die Entwicklung eines Lehrbuchs beziehungsweise Curriculums sowie den Aufbau eines offenen Archivs für Richtlinien, Werkzeuge und Techniken – insbesondere auch mit Blick auf Barrierefreiheit. Ebenso entstand die Idee einer frei zugänglichen Online-Enzyklopädie mathematischer Illustrationen, die Beispiele, Methoden und kritische Analysen sammeln könnte.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Woche war die Beschäftigung mit historischen mathematischen Modellen. Diese machten deutlich, dass mathematische Erkenntnis schon immer eng mit materiellen und visuellen Darstellungsformen verbunden ist. Viele Diskussionen kreisten daher um die Frage, wie digitale Werkzeuge und mechanische Fertigung heute mit größtmöglichem Nutzen eingesetzt werden können und welche neuen Probleme dabei entstehen.

Gerade weil der Workshop fachübergreifende Meta-Fragen behandelte, entstand eine offene und kreative Atmosphäre. Ein Teilnehmer bezeichnete die Woche später

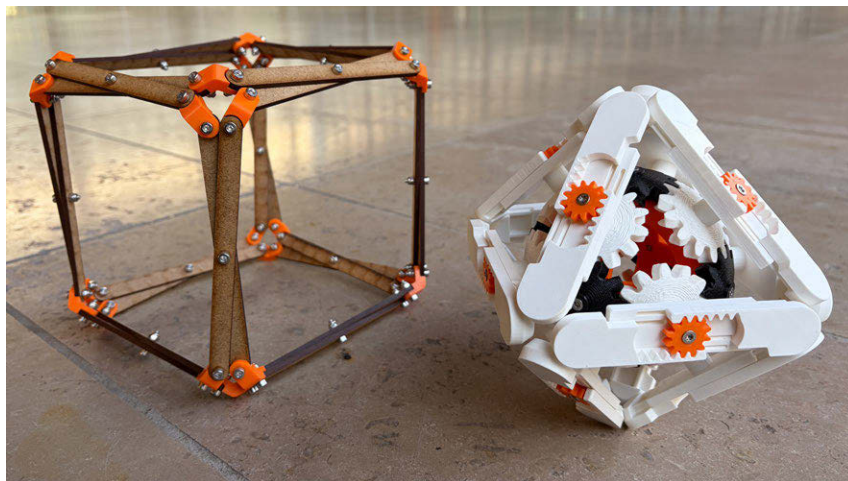


Abbildung 2. Henry Segermans mechanische Polytope – ein Holzmodell (links) mit 3D-gedruckten Winkeln, das die Transformation Würfel $\leftrightarrow$ Oktaeder veranschaulicht, sowie die Zahnrad-Version (rechts) mit sich ändernden Kantenlängen

scherzhaft und treffend als „the weirdest conference I’ve ever been to“ – im positiven Sinne. Viele Teilnehmer:innen äußerten außerdem den Wunsch, ein solches Format künftig regelmäßig zu wiederholen und noch stärker mit anderen Gemeinschaften aus Mathematik, Informatik und Kunst zu vernetzen. Die Woche machte deutlich, dass mathematische Illustration mehr sein kann als bloße „Veranschaulichung“ einfacher Zusammenhänge: Sie kann selbst ein Werkzeug mathematischen Denkens und Forschens sein.

Lange gemeinsam an einem Thema arbeiten

Neben dem breiten Programm lag für uns persönlich der besondere Reiz der Trimesterform vor allem darin, dass wir über mehrere Monate hinweg im selben Gebäude arbeiteten und unseren Forschungsalltag miteinander teilten. Dabei kam uns zugute, dass wir uns bereits in der ersten Woche bei der Graduiertenschule am CIRM in Marseille kennenlernen konnten; die dort vermittelten Techniken dienten zugleich als gemeinsamer Werkzeugkasten, aus dem unmittelbar neue Projektideen erwuchsen. Die anschließende erste Workshopwoche in Paris vertiefte dieses Kennenlernen, sodass die Hürde, miteinander zu arbeiten, von Anfang an sehr niedrig war.

Vor- und Nachmittag des Trimesters waren bewusst nicht durchgetaktet, sodass tatsächlich Zeit blieb, mit – häufig neu gefundenen – Kollaborator:innen an gemeinsamen Projekten zu arbeiten, zurückgezogen in den eigenen Büros mit Tafeln oder gemeinsam in den offenen Räumen des IHP. Zentraler Treffpunkt war das Foyer im ersten Stock: große Sitzgruppen, eine große Tafel, an der oft jemand etwas erklärte, während andere zuhörten, nachfragten oder mit einstiegen. Gegen Mittag fand sich dort die Runde zusammen, um in kleinen, häufig wechselnden Gruppen zum Essen aufzubrechen: in eines der zahllosen nahegelegenen Restaurants oder, bei gutem Wetter, mit Sandwich in den benachbarten Jardin du Luxembourg. Die Kaffeepause gegen halb vier am Nachmittag brachte uns erneut zusammen; hier wurden auch gemeinsame Spieleabende, Wochenendausflüge und Museumsbesuche wie z. B. ins Palais de la Découverte geplant.

Eine Besonderheit war das selbstverständliche Miteinander von Senior- und Juniorforschenden. Viele Postdocs und Professor:innen waren bereits 2019 am ICERM aktiv und bildeten eine etablierte Gemeinschaft. Dennoch öffneten sie die Diskussionen und Projekte am IHP von Beginn an auch für die „neuen“ Teilnehmer:innen. Niederschwellige

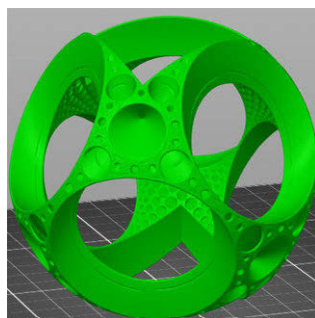
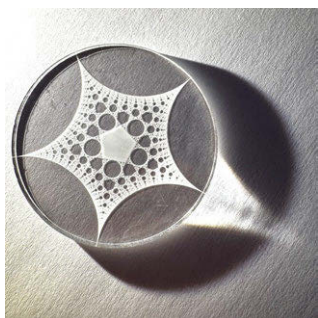


Abbildung 3. Visualisierungen von Unstetigkeitsstellen hyperbolischer und sphärischer Outer Billiards von Lael Edwards-Costa

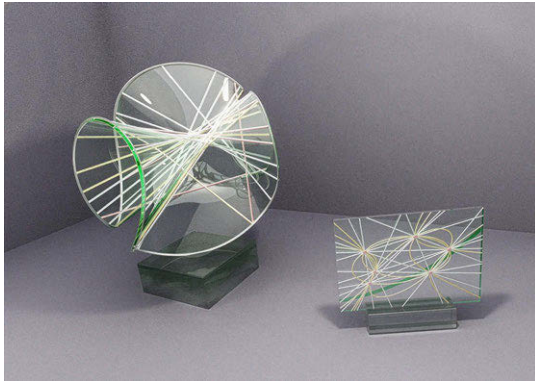


Abbildung 4. Photorealistische Raytracing-Illustration von Steve Trettel, Claudio Gomez-Gonzales und Gabriel Dorfsman-Hopkins (links); Sylvie Benzoni-Gavages 3D-gedrucktes Genus-2-Puzzle (rechts)

Formate wie das „Show & Ask“-Seminar senkten die Schwelle, eigene Ideen früh zu zeigen, und wurden so selbst zur Quelle neuer Projekte. Hinzu kam, dass wir von einer Gemeinschaft umgeben waren, die mathematische Illustration als vollwertige Forschungstätigkeit anerkennt; die Sorge, „etwas Nicht-Mathematisches“ zu tun, fiel weg.

Auf diese Weise nahmen eine Reihe konkreter Projekte Gestalt an: So entstand etwa eine Kollaboration von Steve Trettel, Claudio Gomez-Gonzales und Gabriel Dorfsman-Hopkins, aus der sowohl ein interaktives Applet (demos.stevejtrethel.site/2026/cubic-lines-live/) als auch eine photorealistische Raytracing-Illustration hervorgingen (siehe Abb. 4). Ebenso nahmen Henry Segermans mechanische Polytope (Abb. 2), im Austausch mit dem *Palais de la Découverte* ihren Anfang und wurden schließlich in einem YouTube-Video (youtu.be/T9BNMLFHxUw) dokumentiert. Einen Eindruck von der Bandbreite mathematischer Illustration gibt zudem Elliot Kienzle, dessen im Trimester entstandene Projekte auf einer eigenen Seite zusammengestellt sind (chessapig.github.io/ihp.html).

No-Senior-Seminar

Während Workshop-freier Wochen im Trimester gab es regelmäßig stattfindende Seminare und Treffen zu verschie-

denen Themen. Insbesondere gab es auch ein „No-Senior“-Seminar, also ein Seminar der jüngeren Teilnehmer:innen ohne wissenschaftliche Dauerstelle. Dadurch sollte eine geschützte Atmosphäre entstehen, die die Schwelle senkt, Ideen und unfertige Arbeiten zu präsentieren, Work-in-Progress- und Stegreifvorträge zu halten und Fragen jeglichen Niveaus zu stellen. Im kleineren, lockeren Rahmen war explizit erlaubt, dass Dinge schiefgehen und Personen sich ausprobieren. Das Konzept ging auf: Im Laufe des Trimesters trugen alle Doktorand:innen über Projekte und Projektideen vor, teilweise mehrfach. Bei allen Treffen ergaben sich im Anschluss stets Diskussionen über die Vorträge – so konnten auch die Vortragenden neue Ideen für ihre Arbeit gewinnen. Bei vergleichbaren Long-Term-Programmen legen wir den jüngeren Teilnehmer:innen ans Herz, selbst ein vergleichbares „No-Senior“-Format zu organisieren: Es ist ein super Training fürs (spontane) Vortragen, Fehlerkultur und Moderation. Darüber hinaus sorgte es dafür, dass sich die Gruppe deutlich besser fachlich kennenlernen und persönlich vernetzen konnte.

Der Makerspace

Fester Bestandteil des Trimesteralltags war der Makerspace der Universität Sorbonne, an dem man Ideen sofort in

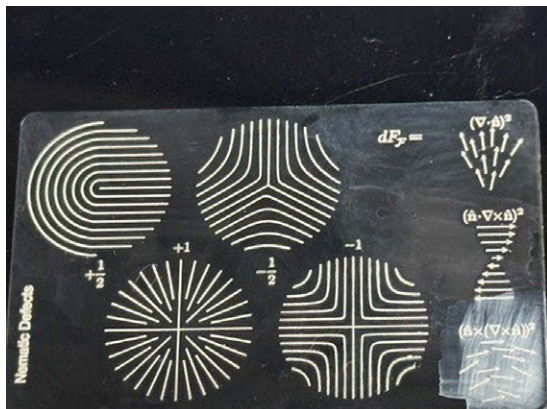


Abbildung 5. Sabetta Matsumotos lasergeschnittene Aluminiumplatte als Nagellack-Stempel (links) und das Ergebnis aufgetragen (rechts)

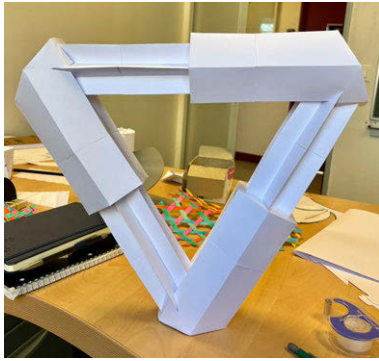


Abbildung 6. Stepan Pauls aus drei identischen Papier-Bauteilen zusammengesetzte Kleinsche Flasche (links) und eines der Einzelteile flach ausgelegt (rechts)

physische Objekte verwandeln konnte. Das Makerspace-Team stellte zahlreiche 3D-Drucker, drei Lasercutter und Elektronik-Werkplätze zur Verfügung; jeden Dienstag war der Makerspace exklusiv für uns reserviert, daneben konnten wir ihn zu den regulären Öffnungszeiten besuchen. Im Lauf der Woche sammelten wir Ideen und bereiteten die nötigen Dateien vor: Vektorgrafiken und PNGs für die Lasercutter, STL-Dateien für den 3D-Drucker. Die Energie war ansteckend, alle halfen einander; an den 3D-Druckern und den Lasercuttern bildeten sich oft Schlangen, wobei sich alle meist über das zu dem Zeitpunkt erstellte Modell unterhielten. Über das Trimester hinweg entstand auf diese Weise eine Vielzahl von Objekten: Henry Segermans oben bereits erwähnte mechanische Polytope; Lael Edwards-Costas 3D-gedruckte Billardillustration (interaktive Versionen: lael.dev) (Abb. 3); mathematisch inspirierte Nagellack-Schablonen von Sabetta Matsumoto (Abb. 5); eine „flache“, weil aus Papier gefertigte, Kleinsche Flasche von Stepan Paul (Abb. 6); und vieles mehr.

Die niederschwellige Zugänglichkeit (ohne langwierige Anmeldung vorbeikommen, eine Idee mit dem Team besprechen, gleich anfangen) machte den Makerspace zu

einem der lebendigsten Orte des Trimesters. Vladimir Sicca illustrierte Graphen bivariater Funktionen, indem er Schnitte der Graphen entlang einer Achse aus Papier zuschnitt und in ein dafür zugeschnittenes Holzstück setzte (Abb. 7). Nach einer Vorstellung im „Show & Ask“ schlug Glen Whitney vor, gleich beide Achsen zu nutzen und den Graph als Sliceform darzustellen. Dank des Makerspaces und des „Show & Ask“-Formats konnte nicht nur eine neue Illustration, sondern unmittelbar auch eine Weiterentwicklung ihres Designs entstehen. Diese wurden in der zum Trimester gehörenden Ausstellung im Mathematikmuseum „Maison Poincaré“ präsentiert.

Mitmachen in der „Illustrating Mathematics“-Gemeinschaft

Wir hoffen, dieser Bericht hat einen kleinen Einblick in das vergangene Trimester gegeben. Vielleicht haben die Beispiele ja auch Lust darauf gemacht, sich selbst mit Illustrationen zu beschäftigen. Daher hier noch ein paar konkrete Hinweise, vergleiche [2]. Wer sich in die Aktivitäten der „Illus-



Abbildung 7. Beide Iterationen von Vladimir Siccas Funktionsgraphen aus Papier

trating Mathematics“-Gruppe einbringen oder mehr über das Erstellen von Illustrationen lernen möchte, hat folgende Möglichkeiten:

- *Der „Illustrating Mathematics“-Discord-Server:* Sowohl für Anfänger:innen als auch für diejenigen mit Erfahrung in der Erstellung mathematischer Illustrationen ist der Discord-Server der ideale Ort, um sich zu vernetzen. Hier kann jede:r Fragen stellen, Ideen austauschen, Feedback einholen und eigene Arbeiten mit einer unterstützenden Gemeinschaft gleichgesinnter Schöpfer:innen und Enthusiast:innen teilen. Der Server bietet eine offene, kollaborative Umgebung, in der Illustrator:innen aller Niveaus gemeinsam lernen und wachsen können. Ein Einladungslink für den Beitritt zum Server findet sich auf der „Illustrating Mathematics“-Homepage (illustratingmath.org).
- *Das monatliche Online-Seminar:* Für alle, die sich tiefer mit Techniken und Theorie hinter mathematischen Illustrationen beschäftigen möchten, ist das monatliche Online-Seminar eine hervorragende Gelegenheit. Jede Sitzung widmet sich verschiedenen Illustrationsmethoden, präsentiert Projekte und bietet praktische Einblicke von erfahrenen Illustrator:innen und Mathematiker:innen. In einem „Show & Ask“-Segment gibt es zudem die Möglichkeit, Fragen an die Gemeinschaft zu richten und Rat für eigene Illustrationsprojekte zu erhalten. Aufzeichnungen vergangener Seminare gibt es auf YouTube (www.youtube.com/@IllustratingMathSeminar) und die nächsten Seminartermine werden auf der „Illustrating Mathematics“-Homepage (illustratingmath.org/node/42) angekündigt.

- *Zukünftige Veranstaltungen:* Die Gemeinschaft plant regelmäßig neue Treffen und Workshops, analog zum hier vorgestellten Trimester. Ankündigungen zu künftigen Veranstaltungen gibt es auf der Website (illustratingmath.org) oder dem Discord-Server.

Wir freuen uns über neue Mitglieder und bedanken uns abschließend noch bei folgenden Institutionen für die finanzielle Unterstützung des Trimesters: American Mathematical Society (AMS), Clay Mathematics Institute, Centres d’Accueil et de Rencontres Mathématiques Internationales (CARMIN), Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA), European Mathematical Society, Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP), Institut Henri Poincaré (IHP), Journal of Number Theory, Mathenium, National Science Foundation (NSF), Simons Foundation, Sorbonne Université, Qube Research & Technologies (QRT).

Literatur

- [1] R. Coulon, G. Dorfsman-Hopkins, E. Harriss, M. Skrodzki, K. E. Stange, and G. Whitney. On the importance of illustration for mathematical research. *Notices of the American Mathematical Society*, 71(1), 2023.
- [2] M. Dhume and M. Skrodzki. Illustrating mathematics – why and how to get involved. *Periodiek*, pages 12–15, 2025.
- [3] E. Kienzle. Is math big or small?, 2026. chessapig.github.io/talks/Big-Small

Fabian Lander, MSc
Max-Planck-Institut für Mathematik
in den Naturwissenschaften (MPI MiS)
Geometrie, Gruppen und Dynamik
Inselstraße 22, 04103 Leipzig
fabian.lander@mis.mpg.de

Tim Reinhardt
Dept. of Mathematics, Geometrie und Visualisierung
SoCIT, Technische Universität München
Boltzmannstraße 3, 85748 Garching bei München
tim.reinhardt@tum.de

Dr. Martin Skrodzki
Dept. of InSy/EEMCS, Computer Graphics and Visualization
TU Delft, P.O. Box 5031
2600 GA Delft, The Netherlands
mail@ms-math-computer.science

Fabian Lander ist Doktorand und absolvierte sein Bachelor- und Masterstudium an der Universität Heidelberg, das er 2024 mit dem Master abschloss. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Geometrie – insbesondere affiner Strukturen auf Flächen und deren Dynamik– sowie der mathematischen Illustration.

Tim Reinhardt ist Doktorand an der TU München. Zuvor absolvierte er dort sein Bachelor- und Masterstudium; mit akademischen Aufenthalten an der NTU in Singapur und am IHP in Paris. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der mathematischen Visualisierung und der dynamischen Geometrie.

Martin Skrodzki studierte an der TU Dortmund, der Texas A&M Int. University und der Freien Universität Berlin. Er wurde 2019 an der Freien Universität Berlin promoviert und absolvierte Postdoc Aufenthalte an der Brown University, dem RIKEN Forschungsinstitut und der TU Delft. Er lehrt und forscht als Assistant Professor an der TU Delft. Seine Forschungsinteressen sind Illustration von Mathematik, Visualisierung hochdimensionaler Daten, sowie Schnittbereiche von Mathematik und Kunst.