



## Pressemitteilung Nr. 81/2017

24.08.2017

### Das Potenzial für eine Revolution

**Dr. Carolin Antos untersucht die Auswirkungen der Forcing-Technik auf die Grundlagen der Mathematik und erhält dafür von der VolkswagenStiftung ein „Freigeist“-Fellowship**

Was ist, wenn sich in einer Wissenschaft die Grundlagen ändern, und den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die sie betreiben, ist dies gar nicht bewusst? Die Konstanzer Mathematikerin und Philosophin Dr. Carolin Antos untersucht eine solche Situation in der Mathematik – genauer – in der Mengenlehre. Für ihr Projekt „Forcing: Konzeptioneller Wandel in den Grundlagen der Mathematik“ hat sie nun von der VolkswagenStiftung ein „Freigeist“-Fellowship in Höhe von rund 900.000 Euro erhalten. Es stellt eine der in Deutschland höchstdotierten Förderungen für junge außergewöhnliche Persönlichkeiten in der Forschung dar. Das interdisziplinäre Projekt wird den konzeptionellen Wandel in der Mathematik untersuchen, den das mathematische Instrument Forcing seit den 1960er Jahren bewirkt hat. Diese bereits angewandten, aber bislang nicht explizit gemachten neuen Grundlagen könnten, so die These von Carolin Antos, sowohl in der Mathematik als auch in der Philosophie einen revolutionären Paradigmenwechsel herbeiführen. Ein Bridge Fellowship des Zukunftskollegs der Universität Konstanz hat es Carolin Antos ermöglicht, den Antrag für die „Freigeist“-Förderung fertigzustellen.

In der Mathematik herrschte lange die Überzeugung, dass sich Grundlagen – Axiome – formulieren lassen, die die gesamte Mathematik beschreiben. Der österreichisch-amerikanische Mathematiker Kurt Gödel (1906 bis 1978) hat mit seinen sogenannten Unvollständigkeitssätzen jedoch gezeigt, dass es keine Axiomatisierung geben kann, die in der Lage ist, alle Fragen der Mathematik zu lösen. In jeder Axiomatisierung wird es immer Fragen beziehungsweise Sätze geben, die „unabhängig“, also weder beweisbar noch widerlegbar sind und damit nicht als wahr oder falsch entschieden werden können. In den 1960er Jahren konnte der amerikanische Mathematiker Paul Cohen mithilfe der von ihm entwickelten Forcing-Methode die konkrete Existenz solcher unabhängiger Sätze zeigen. Carolin Antos: „Es gibt bis heute keine Reflexion von außerhalb der Mathematik darüber, was das mit den Grundlagen der Mathematik gemacht hat. Das nehmen wir in unserem Projekt in Angriff.“

Die bekannteste unter solchen unabhängigen Fragen ist die nach der Größe der reellen Zahlen. Mit Forcing lassen sich unterschiedlichste mathematische Welten – das heißt Modelle – erzeugen, die diese Frage auf die verschiedensten Arten beantworten. Die Suche nach der Entscheidung, welche dieser Modelle nun die „richtige“ Antwort liefert, führt direkt in grundlegende Fragestellungen aus der Philosophie der Mathematik.

Die Vorgehensweise des Projektes ist ungewöhnlich. Carolin Antos: „Ich behaupte, dass der Wandel nicht durch die Einführung der Technik ausgelöst wurde, sondern durch deren stetige und ausführliche Anwendung über einen längeren Zeitraum hinweg. Anstatt Forcing als Endpunkt einer Entwicklung zu begreifen, verstehen wir die Technik als Anfang einer Entwicklung, die stattgefunden hat.“ Was diese Entwicklung in der Mengenlehre und als Standard in den Grundlagen der gesamten Mathematik bewirkt hat, ist für Carolin Antos nicht weniger als revolutionär: „Seither hat sich die Mengenlehre extrem verändert. Forcing war ein durchbrechender Erfolg, der alles anders gemacht hat“, sagt sie, die 2015 in Mathematik promoviert wurde, danach jedoch den wissenschaftstheoretischen Zugriff auf die Mathematik wählte.

Das Projekt wird sich der Methoden dreier Fachrichtungen bedienen, um die Entwicklung von Forcing und deren Bedeutung nachzuzeichnen: Der geschichtliche Teil wird die Anwendung und die dadurch bewirkte Entwicklung in der Mathematik bis heute darstellen; der mathematische Teil wird zeigen, wie das Instrument die Mengenlehre und damit die Grundlagen der Mathematik neu geordnet hat; und der philosophische Teil wird erforschen, welchen Einfluss Forcing auf philosophische Fragestellungen und Forschungsprogramme hat. Dabei werden die Ergebnisse in den drei Einzelwissenschaften zu einer fächerübergreifenden Beschreibung der Rolle von Forcing verschmolzen, die ein neues interdisziplinäres Forschungsfeld zur mathematischen Grundlagenforschung eröffnen kann.

Die VolkswagenStiftung richtet sich mit dem „Freigeist“-Fellowship an junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, „die sich zwischen etablierten Forschungsfeldern bewegen und risikobehaftete Wissenschaft betreiben möchten“. Für Carolin Antos ist dies nicht die erste Förderung für ihre Forschung zu Forcing. Bereits 2014 erhielt sie für den historischen Aspekt gemeinsam mit dem Konstanzer Philosophen Dr. Daniel Kuby den Bader-Preis für die Geschichte der Naturwissenschaften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Ebenfalls für einen Teilbereich des Projekts wird sie seit Mai 2017 mit einem Marie Skłodowska-Curie Fellowship durch die Europäische Kommission unterstützt, mit dem sie aktuell im Fachbereich Philosophie bei Prof. Dr. Wolfgang Spohn angesiedelt ist. Sie hat unter anderem an der Universität Wien Mathematik studiert und wurde am dortigen Kurt Gödel Research Center for Mathematical Logik promoviert.

#### **Faktenübersicht:**

- Projekt „Forcing: Konzeptioneller Wandel in den Grundlagen der Mathematik“
- Förderung durch ein „Freigeist“-Fellowship der VolkswagenStiftung in Höhe von rund 900.000 Euro
- Fünf Jahre Förderdauer mit möglicher dreijähriger Verlängerung
- Beginn im Mai 2018
- Seit Mai 2017 Förderung durch ein Marie Skłodowska-Curie Fellowship in Höhe von 170.000 Euro
- Seit Juli 2016 Förderung durch ein Bridge Fellowship des Zukunftskollegs der Universität Konstanz
- Das Zukunftskolleg ist eine interdisziplinäre Forschungseinrichtung der Universität Konstanz zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Ziel ist, jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in einem interdisziplinären, internationalen Umfeld frühzeitig selbstständige und unabhängige Forschung zu ermöglichen. Das Zukunftskolleg wird als Teil des Zukunftskonzepts der Universität Konstanz „Modell Konstanz – für eine Kultur der Kreativität“ seit 2007 im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gefördert.  
<https://www.uni-konstanz.de/zukunftskolleg/>

#### **Hinweis an die Redaktionen:**

Ein Bild kann im Folgenden heruntergeladen werden:

<https://cms.uni-konstanz.de/fileadmin/pi/filesserver/2017/Bilder/Antos-Kuby%2C%20Carolin.jpg>

Bildunterschrift:

Dr. Carolin Antos

Foto: Universität Konstanz

Videolink: Dr. Carolin Antos erklärt ihr Projekt „Forcing: Konzeptioneller Wandel in den Grundlagen der Mathematik“

[https://www.dropbox.com/s/zklmi6hsw7be8ux/2016-10-10\\_Conceptual-change-Mathematics\\_Antos\\_01.mp4?dl=0](https://www.dropbox.com/s/zklmi6hsw7be8ux/2016-10-10_Conceptual-change-Mathematics_Antos_01.mp4?dl=0)

Film: KIM/Antos

**Kontakt:**

Universität Konstanz

Kommunikation und Marketing

Telefon: + 49 7531 88-3603

E-Mail: [kum@uni-konstanz.de](mailto:kum@uni-konstanz.de)

- [uni.kn](http://uni.kn)