

**DE
TEKTIV**

ARBEIT

DETEKTIVARBEIT

EXTREMEN KLIMAEREIGNISSEN AUF DER SPUR

TOBIAS KLUGE & MAXIMILIAN SCHUH

Extremen Klimaereignissen wie Dürren oder Überflutungen begegnen wir nicht nur heute, sondern immer wieder in der Geschichte. Hinweise darauf finden sich in historischen Dokumenten, aber auch in Klimaarchiven wie Tropfsteinen. Lassen sich die Umstände solcher Klimaereignisse besser verstehen und bewerten, wenn man historische und geologische Archive komplementär untersucht und überprüft? Diesen Fragen gehen Heidelberger Wissenschaftler mit einem neuen integrierenden Forschungsansatz nach – frei nach dem Motto „Tropfsteine vom Land – Rechnungen aus der Stadt“.

A

Am 16. Januar 1595 stand in Nürnberg ein kleines Mädchen, das einen mit Fleisch gefüllten Korb trug, zusammen mit anderen Schaulustigen auf dem Henkersteg, der die Pegnitz überspannte. Trotz vielfacher Warnungen beobachtete es fasziniert die Eisschollen, die wegen des Tauwetters der vorangegangenen Tage auf dem Fluss trieben. Plötzlich traf eine große Eisscholle einen Schwibbogen der Stadtbefestigung, an dem der Steg aufgehängt war. Der Steg brach in der Folge ein und die Schaulustigen stürzten in das eisige Wasser des Flusses. Das Mädchen hatte im Gegensatz zu anderen allerdings das Glück, dass der tatkräftige Metzger Sebald Leikauf es und fünf weitere Personen rasch aus dem Wasser zog und es so vor dem sicheren Ertrinken in den kalten Fluten der Pegnitz rettete.

Wir sind über dieses Ereignis heute so detailliert informiert, weil die Regierung der Reichsstadt Nürnberg dem Metzgermeister für seinen mutigen Einsatz eine beträchtliche Belohnung zahlte. Zuvor befragte man zahlreiche Augenzeugen über die Geschehnisse am Henkersteg und schrieb alle Aussagen genau auf. Als Teil der umfangreichen Überlieferung von Verwaltungsschriftgut der vormodernen Reichsstadt werden diese Dokumente heute im Stadtarchiv Nürnberg aufbewahrt und können dort eingesehen werden.

Unser interdisziplinär angelegtes Forschungsprojekt „Check Extrema. Extreme Klimaereignisse in historischer Vergangenheit“ hat sich zum Ziel gesetzt, Hochwasserereignisse und ihre Konsequenzen aus natur- und aus geschichtswissenschaftlicher Perspektive zu untersuchen, um sie besser verstehen und bewerten zu können. Denn nicht nur historische Dokumente aus der Stadt Nürnberg geben Auskunft über Geschehnisse in der Vergangenheit. Auch Tropfsteine aus der Zoolithenhöhle, die rund 60 Kilometer entfernt von Nürnberg in der Fränkischen Schweiz liegt, erlauben Einblicke in das Klimageschehen vor mehr als 420 Jahren. Damit verfolgt unser Team um Tobias Kluge, Maximilian Schuh und Thomas Neumann einen neuen Ansatz, der Analysen von geologischen Paläoklimadaten mit historischen Überlieferungen in Beziehung setzt und so ein besseres Verständnis für Extremereignisse der Vergangenheit ermöglicht.



DR. TOBIAS KLUGE ist seit Januar 2014 am Institut für Umwelphysik tätig. Dort leitet er eine Nachwuchsforschergruppe in Verbindung mit der Graduiertenschule für fundamentale Physik (HGSFP), die im Rahmen der Exzellenzinitiative eingerichtet wurde. Schwerpunkte der Arbeit sind das Verständnis von Isotopensystemen und ihre Anwendung auf Paläoklimafragestellungen. Von 2010 bis 2012 war Tobias Kluge wissenschaftlicher Mitarbeiter der Yale University (USA). Zwischen 2012 und 2014 forschte er am Imperial College in London (Großbritannien). Tobias Kluge ist Mitglied des Heidelberg Center for the Environment (HCE).

Kontakt: tobias.kluge@iup.uni-heidelberg.de

Wechselwirkung zwischen Natur und Mensch

Hintergrund für diesen neuen integrierenden Forschungsansatz ist die Erkenntnis, dass klimatische Extremereignisse wie Überschwemmungen innovative Reaktionen hervorrufen können, die eine Gesellschaft langfristig stärken oder mangels Reaktion zu deren Zusammenbruch führen können. Allerdings ist die Wechselwirkung von natürlichen Einflüssen und menschlichen Gesellschaften bisher unzureichend erforscht – für eine umfassende Betrachtung fehlt uns grundlegendes Wissen über das Auftreten und das Ausmaß solcher Extremereignisse. Dem interdisziplinären Ansatz des Heidelberg Center for the Environment (HCE) folgend, entwickelte sich daher die Idee, historische und naturwissenschaftliche Archive zu kombinieren und kritisch wechselseitig zu analysieren. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Check Extrema“ untersuchen wir für den Raum der Reichsstadt Nürnberg vom Beginn des späten Mittelalters bis zum 19. Jahrhundert historische Überlieferungen und geologische Archive. Die kombinierte Betrachtung beider Archive ermöglicht es uns, die Signifikanz der aufgespürten Ereignisse wechselseitig zu überprüfen. Auf dieser Grundlage können schließlich auch Vorschläge für den Umgang heutiger Gesellschaften mit klimatischen Extremereignissen erarbeitet werden.

Bei „Check Extrema“ arbeiten im Rahmen der Heidelberg Karlsruhe Strategic Partnership (HEiKA) Wissenschaftler des Instituts für Umwelphysik und des Historischen Seminars der Universität Heidelberg mit Kollegen des Instituts für Angewandte Geowissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Hand in Hand. Dieses HEiKA-Projekt bildet den ersten Baustein einer vertieften Kooperation zwischen Heidelberg und Karlsruhe im Bereich der natur- und geisteswissenschaftlichen Analyse von Klimadaten und der Interpretation ihrer gesellschaftlichen Auswirkungen.

Detektivarbeit in Stadt und Land

Den Hochwassern der Vergangenheit kommt man in einer Stadt auf den ersten Blick relativ einfach auf die Spur. Man findet an Häusern und Brücken manchmal Markierungen, die auf vergangene Hochwasser hinweisen, so zum Beispiel auch an der Alten Brücke in Heidelberg. Leider sind diese in der Regel nicht vollständig und spiegeln nur eine bestimmte Zeitperiode wider. Für einen längeren Zeitraum und zur Bestimmung möglicher Ursachen für die Hochwasser muss man sich daher aufs Land begeben. Dort existieren in der Nähe Nürnbergs umfangreiche Karstgebiete, welche in ihren Höhlen Tropfsteine beherbergen, die als geologische Archive dienen. Karstgebiete – geologische Landschaftsformen, die durch Erosionserscheinungen im Kalkgestein entstehen – sind weltweit verbreitet und allein im süddeutschen Raum mehrfach prominent vertreten (Fränkische Alb, Schwäbische Alb, Nördliche Kalkalpen). Das Karst- und Höhlenvorkommen ist damit nicht nur lokal

„Stalagmiten lassen sich aufgrund ihrer klaren Wachstumsstruktur besonders gut als Klimaarchiv nutzen.“

begrenzt, sondern erlaubt eine großräumigere Betrachtung und eine detaillierte Suche nach der klimatischen Ursache für bekannte Überschwemmungen in Städten.

Tropfsteine sind Ablagerungen von Kalziumkarbonat, welche durch Ausgasung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus Höhlentropfwasser und der damit einhergehenden Übersättigung an Karbonat entstehen. Tropfsteine besitzen eine große Formenvielfalt, wobei sich Stalagmiten – vom Boden emporwachsende Tropfsteine – aufgrund ihrer klaren Wachstumsstruktur besonders gut als Klimaarchiv nutzen lassen. Unter geeigneten Bedingungen wie geringer Höhlenüberdeckung und schnellem Wasserfluss durch Boden- und Gesteinsschichten bilden sich im Tropfstein saisonal laminierte Schichten heraus. Die Abfolge von dunklen Herbst- und Winterlagen, welche sich mit hellen Frühjahrs- und Sommerschichten abwechseln, lässt sich an Stalagmiten der Fränkischen Schweiz gut beobachten. Diese Lagen erlauben eine genaue relative Alterszuordnung der einzelnen Schichten durch Zählung. Die Genauigkeit beträgt im Zeitraum der letzten 200 Jahre ± drei Jahre, während der letzten 1.000 Jahre ± ein bis zwei Dekaden. Darüber hinaus kann das Alter mittels radiometrischer Methoden (Uran-Thorium-Datierung [U/Th] und Radiokohlenstoffdatierung [C¹⁴]) absolut bestimmt werden. Durch die Kombination mit der Lagenzählung ergibt sich eine präzise Alterschronologie. Aus der Zoolithenhöhle der Fränkischen Schweiz wurden mehrere Stalagmiten entnommen, die eine saisonale Lamination aufweisen und die wir zusammen mit weiteren Proben aus derselben Region sowie im Vergleich mit einem Stalagmiten aus dem Allgäu auswerten.

Die Sprache der Stalagmiten

Wie kann man diese Stalagmiten auf Hochwasserereignisse und klimatische Rahmenbedingungen hin „befragen“? Die



DR. MAXIMILIAN SCHUH ist seit 2016 akademischer Mitarbeiter an der Professur für Vergleichende Landesgeschichte in europäischer Perspektive – Schwerpunkt Spätmittelalter am Historischen Seminar der Universität Heidelberg. Zuvor forschte er in verschiedenen Drittmittelprojekten an den Universitäten Bamberg, Münster, München und Göttingen sowie am Heidelberg Center for the Environment (HCE). Seine Forschungsschwerpunkte bilden die Universitätsgeschichte und die Umweltgeschichte des Spätmittelalters.

Kontakt: maximilian.schuh@zegk.uni-heidelberg.de

„Sprache“ der Stalagmiten sind die im Karbonat gespeicherten Spuren- und Hauptelemente und deren isotopische Zusammensetzung. „Lesen“ lassen sie sich durch Anwendung innovativer, höchstauflösender Technik. Im Rahmen des HEiKA-Projekts haben Philipp Holz und Elisabeth Eiche am KIT mit Synchrotronstrahlung – das sind elektromagnetische Wellen, die tangential zur Bewegungsrichtung geladener Teilchen austreten, wenn sie durch ein Magnetfeld abgelenkt werden – die Spurenelementzusammensetzung mit fünf Mikrometer (µm) Auflösung gemessen. Bei typischen Stalagmitewachstumsraten von einigen zehn bis 100 µm pro Jahr ist damit gewährleistet, dass mindestens eine jährliche Auflösung erzielt werden kann. Damit ist eine detaillierte Befragung des Stalagmitarchivs im Abgleich mit den historischen Dokumenten möglich. Hinweise auf deutliche Änderungen der Niederschlagsmengen lassen sich zum Beispiel mittels der Analyse der Strontium/Calcium- und Magnesium/Calcium-Verhältnisse sowie der Sauerstoffisotopie des Karbonats gewinnen. Außergewöhnlich niedrige Strontium/Calcium- und Magnesium/Calcium-Verhältnisse können ähnlich wie die Markierungen an bestimmten Gebäuden auf feuchteres Klima hinweisen. Wir erwarten, dass die Stalagmiten Hinweise auf feuchtere Jahrzehnte und Jahre oder eventuell sogar feuchtere Jahreszeiten geben können. Mithilfe eines sehr detaillierten Höhlenmonitorings mittels autonomer Messgeräte für die Tropfrate, Temperatur, Luftfeuchte und CO₂-Konzentration sowie zweiwöchentlicher Wasserbeprobung versuchen wir, die Tropfwasser- und Stalagmitsignale mit den heutigen klimatischen Rahmenbedingungen zu vergleichen und dadurch eine Verbindung zwischen den Spurenelementvariationen und Niederschlagsänderungen herzustellen.

Einen ersten aufschlussreichen Einblick gewähren die hoch aufgelösten Elementmessungen am untersuchten Allgäuer Stalagmiten. Dieser zeigt für die gesamte Zeitphase vom 15.

„Wir erwarten, dass wir Hinweise auf feuchtere Jahrzehnte und Jahre oder eventuell sogar feuchtere Jahreszeiten finden können.“

bis zum 19. Jahrhundert ein hohes Strontium/Calcium-Verhältnis, was in der gängigen Interpretation auf eine trockenere Klimaphase hindeutet. Die Untersuchung der reichsstädtischen Ratsverlässe und der Nürnberger Hochwasserchronologien sprechen dagegen von verheerenden und häufigen Überschwemmungen im gleichen Zeitraum. Diese scheinbare Diskrepanz lässt sich erst durch eine komplementäre Betrachtung der Erkenntnisse der beteiligten Fächer diskutieren.

Ratsverlässe und Hochwasserchronologien

Die weitgehend autonome Reichsstadt Nürnberg wurde im Zeitraum von ca. 1400 bis 1800 von einer sich zunehmend ausdifferenzierenden und von der patrizischen Oberschicht kontrollierten Verwaltung regiert. Diese Verwaltung bediente sich der Schriftlichkeit und brachte seit 1400 eine wachsende Zahl an Dokumenten hervor, die über ihr Handeln Zeugnis ablegen. Die wichtigsten Überlieferungen sind die Ratsverlässe, die die Beschlüsse des Inneren Rats der Stadt und insbesondere dessen finanzielle Ausgaben festhielten. Die genaue Untersuchung dieser Überlieferung auf die Erwähnungen von Überschwemmungen und ihrer Konsequenzen in Nürnberg erlaubt einen relativ unvoreingenommenen Blick auf diese Vorkommnisse. Für die Erstellung von Hochwasserchronologien nutzte die Forschung bisher ausschließlich erzählende Quellen und im Besonderen Chroniken. Allerdings ergeben sich bei der Auswertung dieser Gattungen verschiedene Probleme. Einerseits ist nicht klar, woher die zum Teil anonymen Verfasser ihre Informationen

über die Extremereignisse bezogen. Daher ist es nicht immer möglich, die aufgeführten Hochwasserereignisse zu verifizieren. Andererseits betonen vor allem die städtischen Chroniken die Schutz- und Rettungsmaßnahmen der regierenden Obrigkeit, da gerade ihre Mitglieder solche Werke verfassten. Außerdem wird in diesen Überlieferungen den Hochwasserereignissen, die im Erinnerungshorizont des Verfassers liegen, überdurchschnittliche Aufmerksamkeit zuteil. Um diese Probleme zu umgehen, konzentrierten wir uns auf die Verwaltungsüberlieferungen und überprüften an ausgewählten Ereignissen den Umfang der Spuren der Hochwasser in diesem Schriftgut. Die zutage geförderten Ergebnisse sind eindrucksvoll und zeichnen ein genaueres Bild der Vorkommnisse. Für den Einsturz des Henkerstegs 1595 ließ sich feststellen, dass nicht allein das Tauwetter für dieses Unglück verantwortlich war. Auch zwei Handwerker, die das Eis auf der Pegnitz vorzeitig, noch bevor flussabwärts der Abfluss geräumt worden war, aufgebrochen und somit zum Aufstauen der Eisschollen am Henkersteg und dessen Einsturz beigetragen hatten, wurden als Mitverursacher des Unglücks identifiziert und ins städtische Gefängnis geworfen. Für die umfassende Analyse dieser Quellengattung für den gesamten Untersuchungszeitraum sind allerdings weitere Recherchen notwendig.

Fächerübergreifender Brückenschlag

Das Besondere an diesem Forschungsprojekt ist einerseits der fächerübergreifende Brückenschlag in Heidelberg

zwischen den Geisteswissenschaften und den Naturwissenschaften sowie andererseits die Einbindung des KIT im Rahmen eines HEiKA-Projekts. Das Forschungsprojekt wurde von Beginn an interdisziplinär unter Einbeziehung der Expertise aller Beteiligten entwickelt. Dass dieser spezifische Forschungsansatz bedeutsam für die angemessene Bewertung und wissenschaftlich reflektierte Auswertung der Ergebnisse ist, erweist sich an einer Reihe von Punkten: So wäre man beispielsweise auf naturwissenschaftlicher Seite geneigt, die existierende Nürnberger Hochwasserchronologie ohne Hinterfragen als harte Fakten zu verwenden. Die quellenkritische Untersuchung dieser Chronologie durch die Historiker Gabriel Meyer und Maximilian Schuh ergab jedoch, dass es bei ihrer Erstellung zu Mehrfachzählungen einzelner Hochwasser, bei manchen Ereignissen zu falscher Umwandlung der Daten zwischen julianischem und gregorianischem Kalender sowie zu Transkriptionsfehlern aus den zugrunde liegenden Dokumenten kam. Diese Erkenntnisse sind besonders relevant, wenn es um die exakte Saisonalität der Hochwasser und die absolute Häufigkeit in einer Zeitperiode geht.

Bei der Diskussion der historisch dokumentierten Überschwemmungen fällt auf, dass wir zwar häufig das genaue Datum des Ereignisses kennen, aber meist wenig über die klimatischen Hintergründe und Rahmenbedingungen wissen. Hierzu können dann geeignete geologische Archive wie die Stalagmiten Auskunft geben. Vorläufige Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Überschwemmungen vor allem mit der Schnee- und Eisschmelze während oder am Ende der Wintermonate und insbesondere mit niedrigen Jahresmittel- und Wintertemperaturen in Verbindung gebracht werden können. Gerade während der „Kleinen Eiszeit“ (etwa 15. bis 18. Jahrhundert) traten Hochwasserereignisse vermehrt auf. In einer vorläufigen Auswertung, basierend auf den Strontium/Calcium-Verhältnissen des Allgäuer Stalagmiten, waren die jährlichen Niederschlagsmengen im süddeutschen Raum während dieser Zeitperiode im Vergleich zu heute eher niedriger und damit nicht der Hauptgrund für die Überschwemmungen. Die Hochwässer von 1595 um den Zeitpunkt des Einbruchs des Henkerstegs führen eindrücklich vor Augen, dass insbesondere der Eisgang und die dadurch verursachten Aufstauungen – vor allem an Engstellen wie Brücken – zu Überschwemmungen in Nürnberg

Heidelberg Karlsruhe Strategic Partnership

Mit der Gründung der „Heidelberg Karlsruhe Strategic Partnership“ (HEiKA) im Mai 2018 wurde die vertragliche Grundlage geschaffen, um die bereits seit 2011 institutionell verankerte Kooperation der Universität Heidelberg mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) weiter zu festigen und auszubauen. Die komplementäre Aufstellung beider Einrichtungen bietet optimale Voraussetzungen für diese Partnerschaft, in deren Folge im Rahmen der „Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder“ aktuell zwei gemeinsame Anträge in der Förderlinie „Exzellenzcluster“ auf den Weg gebracht worden sind. Künftig sollen neben den Forschungsaktivitäten auch gemeinsame Studienangebote gefördert und die Zusammenarbeit in den Bereichen Nachwuchsförderung und Innovation gebündelt und vorangetrieben werden.

HEiKA fördert bisher wissenschaftliche Kooperationen in sechs sogenannten „Forschungsbrücken“: Hochentwickelte Bildgebungsplattform (Advanced Imaging Platform / AIP), Funktionale Materialien (Functional Materials / FM), Medizintechnik für die Gesundheit (Medical Technology for Health / MTH), Teilchenphysik, Astroteilchenphysik und Kosmologie (Particle Physics, Astroparticle Physics and Cosmology / PAC), Synthetische Biologie (Synthetic Biology / SB) und HEiKAexplore.

www.heika-research.de

„Für die Erstellung von Hochwasserchronologien nutzte die Forschung bisher ausschließlich erzählende Quellen und im Besonderen Chroniken.“

„Bei historisch dokumentierten Überschwemmungen fällt auf, dass wir zwar häufig das genaue Datum kennen, aber meist wenig über die klimatischen Hintergründe und Rahmenbedingungen wissen.“

führten. In den untersuchten Stalagmiten findet man Hinweise auf die generell niedrigeren Temperaturen während der „Kleinen Eiszeit“, was die winterliche Flussvereisung, Schneeakkumulation und erhöhten Schmelzwasserabflüsse mit Eisgang am Ende des Winters erklärt.

Im nächsten Schritt des Forschungsprojekts ist geplant, prominente und gut dokumentierte Überschwemmungsereignisse mit den jahraufgelösten Isotopen- und Elementdaten aus der Zoolithenhöhle zu vergleichen. Insbesondere steht die Fragestellung im Vordergrund, ob man allein aus den Stalagmitendaten ableiten kann, dass für die entsprechenden Jahre geeignete klimatische Rahmenbedingungen für extreme Hochwasser gegeben waren. Im Falle der positiven Beantwortung dieser Frage kann nach Spurenstoffsignalen in den Stalagmiten gesucht werden, die eindeutig auf diese extremen klimatischen Bedingungen hinweisen. Anschließend können zur Verifikation die schriftlichen Überlieferungen Nürnbergs gezielt nach Hinweisen auf Hochwasserereignisse durchsucht werden. Die historische Forschung profitiert so von unabhängigen Rahmeninformationen über das mittel- und langfristige Klima der Region. Das ermöglicht die objektivere Bewertung historischer Überschwemmungen, aber auch anderer Ereignisse wie etwa Dürreperioden.

Keine vorschnellen Rückschlüsse

Was würde das kleine Mädchen mit dem Fleischkorb heute bei einem Hochwasser auf dem Nürnberger Henkersteg sehen? Höchstwahrscheinlich keine Treibeisschollen und sich dadurch aufstauendes Wasser, auch wenn Über-

Vernetzte Umweltwissenschaften

Das Heidelberg Center for the Environment (HCE) vernetzt die bestehenden Kompetenzen in den Umweltwissenschaften an der Universität Heidelberg. Ziel des Zentrums ist es, über Fächer- und Disziplinengrenzen hinweg den Herausforderungen und ökologischen Auswirkungen des natürlichen, technischen und gesellschaftlichen Wandels auf den Menschen wissenschaftlich zu begegnen. Dabei setzt das HCE gezielt auf eine enge interdisziplinäre und integrative Zusammenarbeit, da die Komplexität und die kulturelle Gebundenheit der heutigen Umweltprobleme das Analyseraster einzelner Methoden oder Disziplinen sprengen. Mit ihren vielfältigen Einrichtungen und Kompetenzen in den Umweltwissenschaften sticht die Universität Heidelberg, auch international, als ein Ort heraus, an dem diese Gesamtsicht auf die Umwelt entwickelt und gleichzeitig in die Lehre und den öffentlichen Diskurs eingebracht werden kann.

www.hce.uni-heidelberg.de

DETECTIVE WORK

TRACING EXTREME CLIMATE EVENTS

TOBIAS KLUGE & MAXIMILIAN SCHUH

Information on past flooding events seems to be abundant in many towns and cities that are situated near rivers. Bridges (e.g. the Old Bridge in Heidelberg) and houses carry water level marks. Floods are also documented in chronicles. Although these sources usually provide precise information on the dates of flooding events, little or nothing is known about their causes, the climatic context or the impact on society. More detailed information can be extracted from administrative accounts in municipal archives related to flooding damage and from proxy data in speleothems that are abundant in the caves of karst regions.

The interdisciplinary research project “Check Extrema. Extreme climate events in the historical past” investigates flooding events in Nuremberg from the perspective of the historical and natural sciences using administrative records and accounts and speleothems from the nearby Franconian karst region. Speleothems contain climate information in certain proxies of the deposited carbonate. For example, strontium/calcium or magnesium/calcium is expected to vary according to dry or wet years. It is analysed at approximately annual resolution and evaluated together with current cave monitoring data. An annual speleothem layering allows a precise allocation of signals and a comparison with historical information.

Preliminary results of the ongoing study show that the devastating floods in Nuremberg during the 16th century were generally caused by cold winters and snow accumulation that resulted in flooding related to frequent ice drift and blocked passages at bridges. The collapse of the “Henkersteg” in 1595 can be attributed to this cause. Placed in context, we can see that past flooding events in Nuremberg and other parts of Southern Germany had different causes than modern-day floods. Instead of snow melt and ice drift, flash flood events in the warm season are now an increasing threat. Hence, a future investigation of areas with past summer flooding seems timely and advisable. ●

DR TOBIAS KLUGE joined the staff of the Institute of Environmental Physics in January 2014. He heads a junior research group that is part of the Heidelberg Graduate School of Fundamental Physics (HGSFP), which was established within the framework of the German Excellence Initiative. The group's work focuses on understanding isotope systems and their application to palaeoclimate research. Between 2010 and 2012, Tobias Kluge was a Research Assistant at Yale University, USA. From 2012 to 2014, he worked as a researcher at the Imperial College in London (UK). He is a member of the Heidelberg Center for the Environment (HCE).

Contact: tobias.kluge@iup.uni-heidelberg.de

DR MAXIMILIAN SCHUH joined Heidelberg University's Department of History in 2016 as an Academic Assistant at the Chair of Comparative Regional History in European Perspective with special focus on the late Middle Ages. He previously worked as a researcher in various third-party funded projects at the universities of Bamberg, Münster, Munich, Göttingen and at the Heidelberg Center for the Environment (HCE). His research interests are the history of universities and the environmental history of the late Middle Ages.

Contact: maximilian.schuh@zegk.uni-heidelberg.de

“Due to their characteristic growth structure, speleothems are particularly suited for use as a climate archive.”

„Unabhängige Rahmen- informationen über das mittel- und langfristige Klima der Region ermöglichen die objektivere Bewertung historischer Überschwemmungen oder Dürren.“

schwemmungen durch Schmelzwasser weiter vorkommen. Treibeis kann aufgrund zunehmend wärmerer Wintertemperaturen und stark abnehmender Flussvereisungsdauer als inzwischen unbedeutender Faktor betrachtet werden. Auf die „traditionellen“ Winterhochwasser mit Schmelzwasser, Treibeis und Eisstau hat sich Nürnberg seit dem

Heidelberger Graduiertenschule für Fundamentale Physik

Die Heidelberger Graduiertenschule für Fundamentale Physik (HGSFP) wird seit 2007 durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gefördert. Sie bietet ihren Doktorandinnen und Doktoranden eine exzellente und strukturierte Ausbildung in sehr unterschiedlichen Bereichen der physikalischen Grundlagenforschung. Hierzu zählen die Astronomie und die Physik des Kosmos, die Quantendynamik sowie komplexe Quantensysteme, fundamentale Wechselwirkungen und Kosmologie, die mathematische Physik und die Umweltphysik sowie die Physik von klassischen komplexen Systemen. Ziel der HGSFP ist es, eine junge Generation von Wissenschaftlern auszubilden, die in und zwischen diesen Bereichen forscht und damit zu neuen Erkenntnissen in der fundamentalen Physik beiträgt. Die Graduiertenschule hat sich zu einer zentralen Säule der Heidelberger Nachwuchsausbildung in den Fächern Physik und Astronomie entwickelt. Aktuell arbeiten dort etwa 370 Doktorandinnen und Doktoranden an ihren Dissertationen, 42 Prozent von ihnen kommen aus dem Ausland und 24 Prozent der Promovierenden sind Frauen. Insgesamt 623 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wurden seit Ende 2007 an der Graduiertenschule promoviert. Die HGSFP wird gemeinsam von der Fakultät für Physik und Astronomie, den Max-Planck-Instituten für Astronomie sowie für Kernphysik und dem Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS) getragen. Ihr Sprecher ist Prof. Dr. Rüdiger Klingeler.

www.fundamental-physics.uni-hd.de

15. Jahrhundert vorbereitet. Ausdruck fand diese Vorbereitung im Baumeisterbuch des Patriziers Sixtus Tucher, das über Generationen in der städtischen Verwaltung weitergereicht wurde. Darin wurde genau geregelt, wie mit der Bedrohung durch Hochwasser mit Treibeis umzugehen ist und wer an welchem Platz die Eisschollen von den Brücken abwehren musste. Seine Fortsetzung fand dies in zahlreichen detaillierten städtischen Ordnungen zum Hochwasserschutz, die ständig überarbeitet und erweitert wurden und bis zum Ende des 18. Jahrhunderts überliefert sind.

Die Forschung des Teams um Maximilian Schuh, Tobias Kluge und Thomas Neumann hat gezeigt, wie sich die generellen klimatischen Rahmenbedingungen für die dokumentierten Überschwemmungen gestalteten. Dass diese sich deutlich von den heutigen Gegebenheiten unterscheiden (Zunahme an von Starkniederschlag verursachten Überschwemmungen in der warmen Jahreszeit), zeigt, dass nicht zu vorschnell von Hochwasserchronologien und der dort dokumentierten Stärke, Häufigkeit und Saisonalität auf heutige Herausforderungen geschlossen werden darf. Ein weiterer zentraler Punkt des Projekts bezieht sich auf die Fragestellung, unter welchen Rahmenbedingungen man Stalagmiten komplementär zu den historischen Überlieferungen verwenden kann, welche extremen Klimaereignisse man in welchen Spurenstoffen sieht und was die Schwellenwerte dafür sind. Die Untersuchungen hierzu sind noch im Gange und werden unter Einbeziehung aller relevanten Komponenten evaluiert (Transkription und Auswertung der historischen Dokumente, höchstauflösendes Höhlenmonitoring, Spurenstoffanalysen mehrerer zeitlich überlappender Stalagmiten). Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für weitere Arbeiten, die sich etwa mit Gegenden im weiteren deutschen und europäischen Umfeld beschäftigen könnten, in denen im Gegensatz zu Nürnberg in der Vergangenheit Sommerhochwasser dominant waren. Auf diese Weise kann man wertvolle Informationen darüber gewinnen, wie mit dieser Herausforderung umgegangen wurde und wie geeignete Vorsichtsmaßnahmen aussehen können. So wäre das kleine Mädchen auf dem Henkersteg heute wahrscheinlich besser vorbereitet und würde das Hochwasserereignis hoffentlich unbeschadet beobachten. ●