

ARCHÄOLOGIE
WELTWEIT
SONDERAUSGABE 2021



GROUNDHECK

KLIMAARCHIVE ERSCHLIESSEN, KLIMAWANDEL VERSTEHEN,
ZUKUNFTSTRATEGIEN ENTWICKELN

++ Klimawandel ++++++ Kulturerhalt ++
archive +++++ Kulturgüterschutz +++++
+++++ Adaption ++++++ Umwelt ++



SITZ DER ZENTRALE DES DAI IN BERLIN

im früheren Wohnhaus des Archäologen Theodor Wiegand.

Foto: P. Grunwald, DAI Zentrale



DAS DEUTSCHE ARCHÄOLOGISCHE INSTITUT

Mit der Erschließung archäologischer und historischer Quellen sowie seiner umfangreichen Probenbestände verfügt das Deutsche Archäologische Institut (DAI) über umfangreiche Daten mit großer zeitlicher Tiefe. Sie helfen, Lebensweise und Anpassungsstrategien vergangener Kulturen zu verstehen und nachhaltige Perspektiven auch für die Beantwortung aktueller gesellschaftlicher Fragen, z. B. zum globalen Klimawandel, zu entwickeln.

1829 gegründet, folgt das DAI dem Auftrag, weltweit archäologische und altertumswissenschaftliche Forschung durchzuführen und wissenschaftliche Fragen zur Dynamik gesellschaftlicher und kultureller Veränderungen zu beantworten. Dies schließt die Erforschung technischer und sozialer Innovationen der Vergangenheit, von Macht- und Herrschaftssystemen, aber auch der komplexen Beziehung zwischen Mensch und Umwelt ein.

Auf fünf Kontinenten und in mehr als 350 Projekten tätig, reicht das Spektrum dieser Forschungstätigkeit von den frühesten Zeugnissen monumentaler Architektur, wie den im 10. Jahrtausend v. Chr. errichteten Steinkreisen auf dem Göbekli Tepe in der Türkei bis zur Industriearchitektur des 19. und frühen 20. Jahrhunderts in Ägypten. Das Heiligtum von Olympia in Griechenland zählt ebenso zum Forschungs- und Betätigungsfeld des Instituts wie die Pyramiden im ägyptischen

Dahschur, die Kaiserpaläste auf dem Palatin in Rom, die frühen Kulturen in den Anden Perus, in Afrika und jene in Ostasien, die Salomoninseln im Pazifik und die Osterinsel. Dank dieser globalen Vernetzung ist das DAI heute außerdem wichtiger Akteur der deutschen Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik und als Partner der Cultural Diplomacy eine Bundesanstalt im Geschäftsbereich des Auswärtigen Amtes, dem es bereits seit 1874 zugeordnet ist.

In Kooperationen mit nationalen und internationalen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Forschungseinrichtungen weltweit kann das DAI so auch einen aktiven Beitrag zu relevanten und anwendungsbezogenen Forschungen leisten. Mit dem aktuellen Forschungsprogramm wird die bereits 2006 erfolgreich begonnene Clusterforschung am DAI erweitert und gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen unterschiedlicher Disziplinen in weiteren Forschungsklustern, Netzwerken und Foren fortgeführt. Dazu gehören auch Projekte, die sich mit Klima- und Umweltveränderungen in der Vergangenheit auseinandersetzen. Zum Groundcheck-Forschungskcluster des DAI zusammengeschlossen, gehen sie mit unterschiedlichen Methoden, in verschiedenen Regionen und Epochen der Frage nach, welche Rolle der Mensch bei diesen Veränderungen spielte – und wie frühere Gemeinschaften sich mit diesem Wandel arrangierten.

INHALT

Foto: Kuckertz



LIEBE LESERINNEN UND LESER,

der archäologische Blick in die Vergangenheit zeigt, dass sich das Klima immer wieder veränderte, sich wandelte. Und damit verbunden, veränderten sich die Lebensbedingungen für den Menschen. Dieser Blick in die Vergangenheit erlaubt es, Anpassungsprozesse von Ökosystemen und Gesellschaften nachzuzeichnen und zu verstehen. Er lässt erkennen, wie frühe Gesellschaften durch Migration, durch Innovation und durch neue Technologien auf Veränderungen ihrer Umwelt reagierten und reagieren mussten. Der Blick in die Vergangenheit zeigt auch, dass diese Prozesse in der Regel langsam verliefen und Zeit für Adaptionen ließen. Die frühen Kulturen kennen aber ebenso irreversible Veränderungen und den Verlust ihres Lebensraums. Für uns heute erlaubt die Erforschung früher Mensch-Umwelt-Beziehungen die komplexen Zusammenhänge von ihrem Ergebnis, vom Ende her zu denken.

Durch den Blick in die Vergangenheit entstehen für uns heute vor allem auch Reflexionsflächen, die es erlauben, die Unterschiede zu den dramatischen aktuellen Ereignissen zu erkennen. Es tritt in einer langfristigen Betrachtung sich verändernder Mensch-Umwelt-Beziehungen deutlich hervor, dass wir heute in einer Situation leben, in der Eingriffe des Menschen in seine Umwelt dazu führen, dass sich die Umweltbedingungen viel schneller irreversibel verändern. Die Zeit für Adaptionen ist nicht mehr gegeben und wir stehen kurz vor einem Punkt bzw. haben bereits einen Punkt erreicht, an dem das System umzukippen droht. Wir haben es mit einer Klimakrise zu tun. *Krisis* bezeichnet dabei in der antiken Vorstellung genau jenen Punkt, an dem sich zeigt, ob auf dem Höhepunkt einer Krankheit eine Verbesserung oder eine Verschlechterung, das Leben oder der Tod folgen.

Das Deutsche Archäologische Institut hat, um diese komplexen Veränderungen in Folge menschlicher Eingriffe in die Umwelt verstehen zu können, gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern das Forschungsprogramm „Groundcheck“ aufgelegt. Es soll die lokal sehr unterschiedlichen Auswirkungen klimatischer Veränderungen in großer zeitlicher Tiefe rekonstruieren, die Adaptionenprozesse ebenso nachzeichnen, wie den Verlust regionaler Lebensräume verstehbar machen. Dabei werden zudem Daten gewonnen, die für die globalen Klimasimulationen heute von höchster Relevanz sind. Groundcheck nimmt aber auch die Auswirkungen der aktuellen Klimakrise auf die Zeugnisse der Vergangenheit in den Blick. Ganze Kulturlandschaften drohen in den nächsten Jahren durch das Auftauen der Permafrostböden und die Küstenerosion verloren zu gehen oder im Meer zu versinken. Das vorliegende Heft soll Facetten des Gesamtthemas beleuchten und zum Nachdenken anregen.

Prof. Dr. Dr. h. c. Friederike Fless

2 EINFÜHRUNG

Das Groundcheck-Programm

Klimawandel erforschen, vermitteln
und nachhaltig begegnen

6 KLIMAARCHIVE

Lokale historische Perspektiven
für globale Klimamodelle

16 MENSCH UND UMWELT

Umweltgestaltung, Klimawandel und Gesellschaft

28 BEDROHTES KULTURERBE

Kulturgüter in Gefahr

37 IMPRESSUM

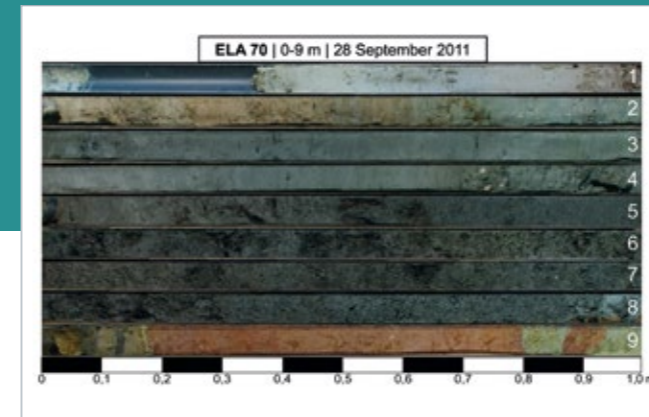
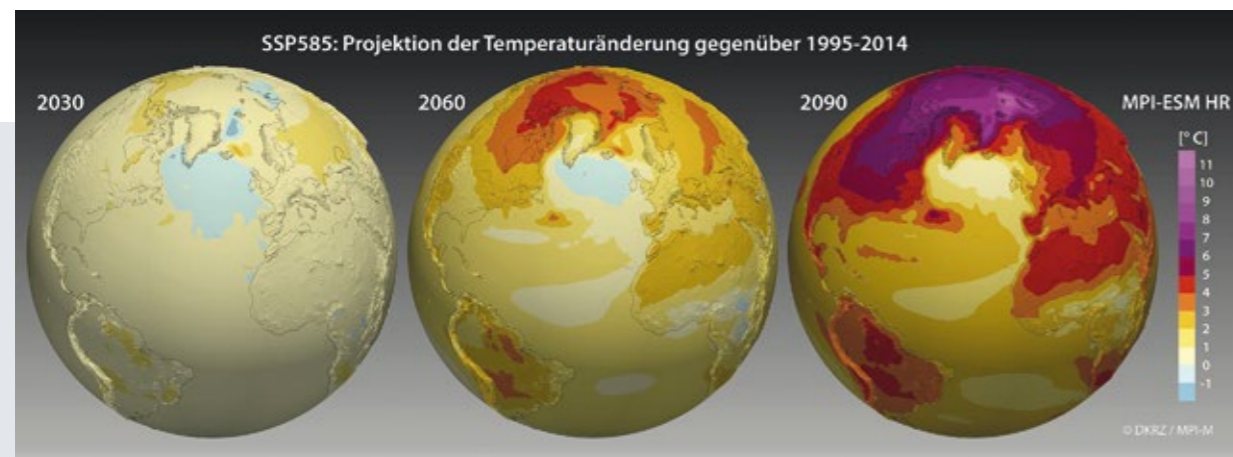
DAS GROUND-CHECK-PROGRAMM

Klimawandel erforschen, vermitteln und nachhaltig begegnen

Im Rahmen des Groundcheck-Forschungsprogramms erschließen das Deutsche Archäologische Institut und seine Partner bedeutende Klima-Archive zur Modellierung klimatischer Veränderungen und deren lokaler Auswirkungen.

Nachhaltige Lösungen vergangener Gesellschaften zu verstehen und für die Zukunft nutzbar zu machen, steht dabei ebenso im Mittelpunkt wie der Schutz von Kulturgütern vor den Folgen gegenwärtigen Klimawandels. Zu den großen Herausforderungen unserer Zeit gehört der Wandel des Klimas mit seinen globalen Folgen für das gesamte Ökosystem. Die in den Berichten des Weltklimarats IPCC herangezogenen Klimamodelle und Simulationen verdeutlichen den rasanten Verlauf der Erderwärmung und deren gravierende Folgen. Allerdings haben diese komplexen Veränderungen lokal sehr unterschiedliche Auswirkungen. Während Meereis und Gletscher schmelzen, in der Arktis Permafrostböden tauen und Küsten erodieren, drohen in Ozeanien ganze Inselstaaten im steigenden Meeresspiegel zu versinken. Hitzesommer und Dürren wie zuletzt in den Jahren 2018 und 2019 auch in Deutschland und Starkregenereignisse mit dramatischen Fluten und tragischen Folgen wie 2021 im Ahrtal wechseln sich immer häufiger ab. Um die Auswirkungen des globalen Klimawandels zu verstehen und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, bedarf es daher lokaler und regionaler Daten. Hier setzt das Deutsche Archäologische Institut im gemeinsam mit seinen nationalen und internationalen Partnern im Jahr 2019 gestarteten Forschungsprogramm Groundcheck an.

PROGNOSTIZIERTES ERWÄRMUNGSMUSTER (Jahresmittel) für die Jahre 2030, 2060 und 2090 jeweils verglichen mit der heutigen Situation (1995-2014); Simulation der 2m-Temperatur für das Szenario SSP585 mit dem Modell MPI-ESM HR. Visualisierung: M. Böttger, DKRZ, CC BY-NC-ND 4.0



BOHRKERN AUS DEM HAFEN-BECKEN VON ELAIA (TÜRKEI).
Foto: M. Seeliger, Archiv der DAI-Pergamongrabung



BEPROBUNG EINES SEDIMENTBOHRKERNS aus dem Bereich der früheren griechischen Kolonie von Selinunt (Italien).
Foto: Th. Rafflenbeul, Universität Bochum

EIN ARCHÄOLOGISCHER GROUND-CHECK

Das Groundcheck-Programm des DAI hat zum Ziel, langfristige globale Klimaveränderungen in ihren konkreten lokalen und regionalen terrestrischen Auswirkungen zu erfassen und mit Daten zur sozialen und kulturellen Dynamik früherer Gesellschaften zu verbinden. Als wichtige Bausteine für globale Klimasimulationen können diese kleinräumigen archäologischen Befunde zu genaueren Modellen und zum besseren Verständnis des Klimawandels beitragen. Groundcheck vernetzt die Forschung innerhalb des DAI und mit seinen Partnern aus archäologischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen weltweit. Nur in dieser Kooperation können komplexe Mensch-Umweltbeziehungen in einer historisch lang-

fristigen Perspektive beschrieben und diese Erkenntnisse für globale Zukunftsprognosen nutzbar gemacht werden. Durch seine bis in das 19. Jahrhundert zurückreichende Forschungstradition verfügt das DAI über große Datenbestände auch zu klimarelevanten Fragen, über eine entsprechende Informationsinfrastruktur und die notwendigen Netzwerke. Mit der im Jahr 2020 ins Leben gerufenen Groundcheck-Konferenzreihe konnte in diesem Rahmen bereits erfolgreich eine internationale Plattform für Austausch und Diskussion zu Klima- und Klimafolgenforschung geschaffen werden.

RAMMKERNSONDIERUNG vor der Hafenstadt Elaia (Türkei) durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Universität Köln. Foto: M. Seeliger, Archiv der DAI-Pergamongrabung





IN MEROË (Sudan) setzen Wind und Sand den Bauten und Reliefs der bekannten Pyramidennekropole zu. Um weitere Sanderosion zu verhindern, müssen die archäologischen Stätten regelmäßig von Sanddünen bereinigt und die Entstehung neuer Dünen langfristig gestoppt werden.
Foto: P. Wolf, DAI Zentrale/QMPS

KLIMAARCHIVE ERSCHLIESSEN

Groundcheck erschließt die Vielfalt der am DAI vorhandenen Proben und Daten und wertet sie im Rahmen regionaler archäologischer Projekte aus. In aktueller Feldforschung gewonnene neue Proben vervollständigen und aktualisieren diese Bestände. So wird es möglich, auch weit zurückreichende Klimaarchive für die Forschung zugänglich zu machen. Das DAI teilt diese Daten mit anderen Forschungseinrichtungen aus dem Bereich der Klimaforschung, so dass in interdisziplinärer Zusammenarbeit sehr viel genauere Prognosen erstellt werden können. Durch den Beitrag der Archäologie kann das komplexe Zusammenspiel von Faktoren wie vom Menschen verursachter Umweltveränderungen und deren Folgen sowie menschlicher Reaktionen auf klimatische Veränderungen über sehr lange Zeiträume dargestellt werden.

MENSCH-UMWELT-BEZIEHUNGEN ERFORSCHEN

Groundcheck verbindet die großen Datenbestände des DAI mit neuen Forschungsprojekten und Ansätzen. Klimaveränderungen waren oft auch Innovationsmotor und Impuls für die Entwicklung neuer Kulturtechniken. Die Verknüpfung paläobiologischer Sammlungen und geowissenschaftlicher Informationen mit archäologischen Forschungsergebnissen, z. B. zu früher Weidewirtschaft und Feldbau oder antikem Wassermanagement, ermöglicht die Analyse und Bewertung von Anpassungs- und Lösungsstrategien der Vergangenheit hinsichtlich ihrer Wirksamkeit. Mit besserem Verständnis können nachhaltige Lösungen zur Beantwortung von Klimafolgen auch für die Zukunft adaptiert werden.



ARCHÄOLOGISCHE SPUREN FRÜHERER LANDWIRTSCHAFT

(hier z. B. ausgedehnte künstliche Terrassen in den Anden) tragen dazu bei, Umwelt- und Klimabedingungen zu rekonstruieren. Die Kenntnis einst angebauter Agrarprodukte gibt Auskunft über frühere Landnutzung.
Foto: M. Reindel, DAI KAAK



In Zusammenarbeit mit dem Archaeological Heritage Network entwickeln DAI, THW und RGZM den KulturGutRetter-Mechanismus zum Schutz und Erhalt von Kulturerbe. In Meroë (Sudan) konnten dessen modular konzipierte Bausteine bereits getestet werden. Foto: P. Wolf, DAI Zentrale

KULTURERBE SCHÜTZEN

Groundcheck nimmt die Auswirkungen globaler klimatischer Veränderungen auf das kulturelle Erbe durch seine Forschungen zur Veränderung von Küstenlinien, auftauenden Permafrostböden und der zunehmenden Aridisierung von Landschaften in den Blick. Die Erforschung der Vergangenheit erbringt zentrale Daten für das Verständnis des globalen Klimawandels. Weit zurückreichende Dokumentationen und umfangreiche Datenbestände des DAI und seiner Kooperationspartner erlauben nicht nur die Erfassung der Folgen von Umwelt- und Klimawandel auf frühere Kulturen, sondern auch auf das heute noch erhaltene kulturelle Erbe. Groundcheck schafft Grundlagen für ein substantielles Monitoring der Gefährdung von Kulturerbestätten. Dieser Ansatz ist zugleich mit dem ebenfalls am DAI koordinierten KulturGutRetter-Projekt verbunden. In Zusammenarbeit mit dem Archaeological Heritage Network entwickeln das DAI, Technisches Hilfswerk und Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz einen Mechanismus für die schnelle Hilfe zum Schutz und Erhalt von Kulturerbe in Krisensituationen weltweit.

FORSCHUNGSVIELFALT DURCH KOOPERATION

Das DAI bietet eine einmalige Forschungsumgebung, um den komplexen Groundcheck-Fragen zum globalen Klimawandel im Kontext gesellschaftshistorischer Prozesse nachzugehen. Die lange Tradition archäologischer und naturwissenschaftlicher Kollaboration in der Untersuchung komplexer Mensch-Umwelt-Beziehungen hat sich in vielfältigen Forschungsprojekten und Kooperationen des DAI bewährt. Das auf den von Auswärtigem Amt und Bundestag geförderten Forschungsclustern des DAI aufbauende Groundcheck-Programm schafft einen Rahmen, diese Kompetenz gewinnbringend zu nutzen und Potentiale zu bündeln. Die hochaufgelösten in archäologischer Forschung gewonnenen regionalen und lokalen Daten können einen wesentlichen Beitrag für globale Klimasimulationen leisten. Sie ermöglichen genauere Modelle und Prognosen sowie effizienteres Monitoring und bessere Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen. Damit wird Groundcheck zum Verständnis des globalen Klimawandels beitragen und den Grundstein für die Entwicklung innovativer und nachhaltiger Lösungen für die Zukunft legen.

(Dank an **Ferran Antolin** und **Ingo Heinrich**, Leiter bzw. Referent am Referat Naturwissenschaften des DAI und Sprecher der Groundcheck-Forschungsclusters.

Ein Einblick in die aktuellen Forschungen des Clusters ist online zu finden unter: <https://www.dainst.blog/groundcheck>)

LOKALE HISTORISCHE PERSPEKTIVEN FÜR GLOBALE KLIMAMODELLE

Klimasimulationen helfen, die Auswirkungen des globalen Klimawandels zu verstehen und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Zur Darstellung dieser zeitlichen Entwicklung sind auch moderne Klimamodelle auf umfangreiche, weit in die Vergangenheit reichende Klimadaten angewiesen.



IM VON DER RÖMISCH-GERMANISCHEN-KOMMISSION BETREUTEN BOHRKERN- UND PROBENARCHIV IN MELAUNE werden Sedimentbohrkerne als wichtige Klimaarchive für weitere Forschungen aufbereitet und aufbewahrt. Foto: I. Hohle, DAI RGK



BEPROBUNG EINES FLOWSTONES in der Leontari-Höhle östlich von Athen (Griechenland) mit Hilfe eines Kernbohrers. Foto: A. Busdsky/E. Reichert, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

In seiner langen Forschungstätigkeit konnte das DAI gemeinsam mit zahlreichen Partnern eine Fülle solcher Quellen zusammentragen. Diese Archive werden im Rahmen des Groundcheck-Programms systematisch ausgewertet und die darin enthaltenen Daten miteinander verknüpft. Denn je mehr voneinander unabhängige Quellen in Klimasimulationen einfließen können, desto aussagekräftiger werden diese.

Neben historischen Quellen, die schriftlich und in Abbildungen Beobachtungen zum Wetter und dessen Folgen überliefern, geben insbesondere geologische und biologische Klimazeugen Auskunft auch über weit zurückliegende klimatische Entwicklungen. Wir sprechen hier von sog. Proxys („Stellvertretern“) wie z. B. Ablagerungen von Schnee, Regen und Sediment, die sich über Jahre und Jahrhunderte kontinuierlich ansammeln und so vorherrschende Umweltbedingungen dokumentieren. Damit geben sie, wenn auch indirekt, Auskunft über die Auswirkungen des Klimas zum Zeitpunkt ihrer Entstehung. Die Jahrringe besonders großer und alter Bäume, Korallen, aber auch die Bildung z. B. von Tropfsteinen liefern weitere Klimadaten und Einblicke in vergangene Umweltentwicklung.

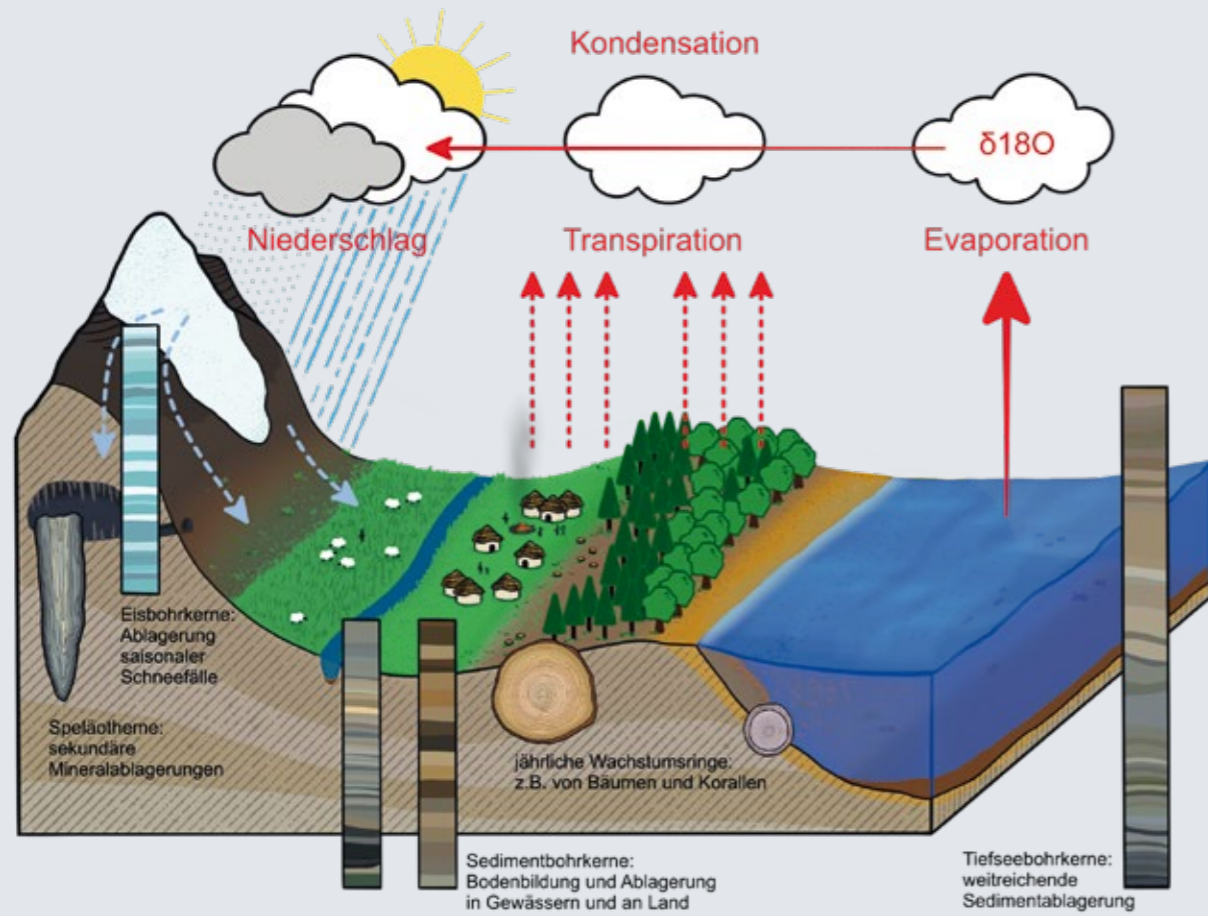
Diese Quellen erlauben nicht nur einen historischen Blick auf die enge Verbindung und Wechselwirkung zwischen Klima und Umwelt, sondern liefern zugleich den Kontext für die Entwicklung langfristiger Klimamodelle und die Einordnung aktueller Wettertrends. Insbesondere für den Zeitraum vor der instrumentellen Messung und Erhebung von Wetterdaten, die bis zu 250 Jahre zurückreichen, spielen diese natürlichen Archive daher eine wichtige Rolle als indirekter Klimakalender. Weil die so gewonnenen

Schlussfolgerungen aber oft lückenhaft, gelegentlich mehrdeutig und meist regional begrenzt sind, entfaltet die Vielzahl dieser Quellen erst in der Verknüpfung der einzelnen Rekonstruktionen ihr volles Potential.

Das Groundcheck-Programm erschließt und strukturiert den vorhandenen reichen Probenbestand des DAI. In den in diesem Forschungsprogramm zusammengeführten Projekten werden außerdem kontinuierlich in aktueller Forschung neue Daten gewonnen und ausgewertet. Vom arktischen Permafrost über den Norden Schottlands bis ans Horn von Afrika, von den Anden bis in den Kaukasus und den Nordosten Asiens reichen diese Projekte und die dort erforschten Klimaarchive. Einige davon sollen auf den folgenden Seiten kurz vorgestellt werden. Sie alle helfen dabei, die auf regionaler Ebene gewonnenen Erkenntnisse miteinander zu vernetzen und Klimamodelle auch über Zeitgrenzen hinweg zu vervollständigen.

Mit Hilfe langfristiger Paläoklimadaten können wir die komplexen Mechanismen hinter Klimawandel und Wetterphänomenen besser verstehen und mit archäologischen Befunden in Verbindung bringen. Sie bereichern und präzisieren aktuelle Klima- und Umweltmodelle und liefern in ihrer zeitlichen Tiefe wichtige Anhaltspunkte dafür, welche der feststellbaren Umweltveränderungen natürlichen, welche menschengemachten Ursprungs sind. Wie sich diese Veränderungen auf frühere Gemeinschaften ausgewirkt haben, welchen Anteil der Mensch daran hatte und welche Adaptionsstrategien er entwickelt hat, um ihnen zu begegnen, sind zentrale Fragen, zu deren Beantwortung die Archäologie beitragen kann.

IN DEN PFAHLBAUSIEDLUNGEN AM LAGO DI VARESE (Italien) konnten im Rahmen von Groundcheck gemeinsam mit dem AgriChange Project (Schweizer Nationalfond) gut erhaltene botanische Reste dokumentiert werden. Sie bilden u.a. die Grundlage für die Rekonstruktion der neolithischen Landschaft und Wirtschaftsweise im heutigen Norden Italiens. Foto: R. Soteris, AgriChange



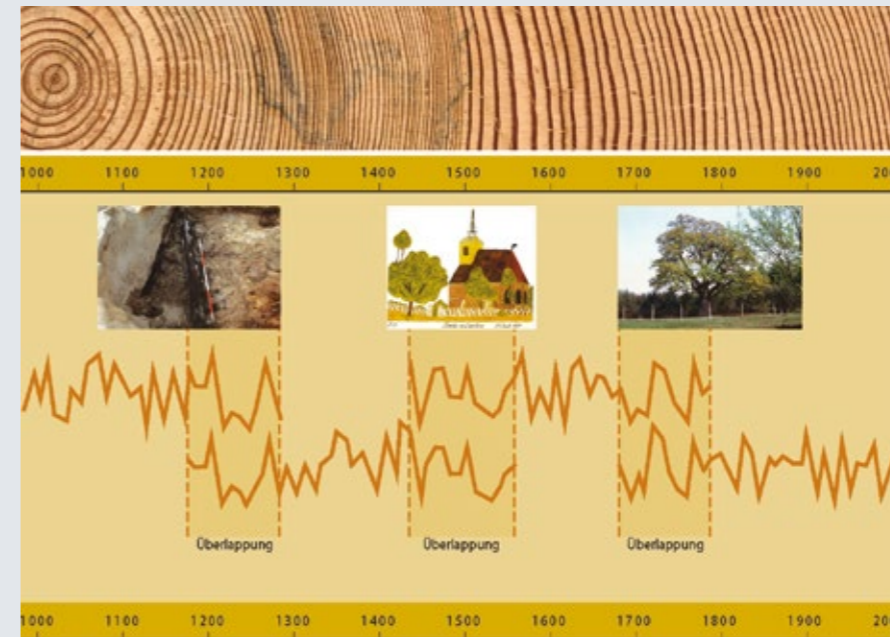
WASSERKREISLAUF und damit verbundene Anreicherung stabiler Sauerstoffisotope ^{16}O und ^{18}O in Eis, Sedimenten, Mineralablagerungen, Fossilien und Pflanzen, die als Klimaarchive ausgewertet werden können.
Grafik: J. Notroff, I. Heinrich (DAI), G. Helle (GFZ Potsdam)

SAUERSTOFFISOTOPE ALS KLIMAAENZEIGER

Sauerstoff ist wesentlicher Bestandteil von Organismen, Wasser und Mineralen. Seine Isotope ^{16}O und ^{18}O sind stabil, d. h. sie zerfallen nicht und sind nicht radioaktiv. Das $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Verhältnis ($\delta^{18}\text{O}$) von Gewässern, Regen, Schnee, Eis, Boden- und Grundwasser wird durch klimatische Faktoren bestimmt. Neben der Temperaturabhängigkeit zeigt das Verhältnis dieser Sauerstoffisotope auch Änderungen in den atmosphärischen Zirkulationssystemen an. Durch Verdunstung des Oberflächenwassers entsteht Wasserdampf, der sich bevorzugt aus isotopisch leichten Wassermolekülen mit geringem $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Verhältnis zusammensetzt. Mit dem Aufstieg in die Atmosphäre bilden sich Wolken. Bei der Überquerung von Landmassen kondensieren Teile des Wasserdampfs und regnen nach und nach ab. Da Wassermoleküle mit schweren Isotopen leichter kondensieren, reichert sich der entstehende Niederschlag im Vergleich zum Wasserdampf mit den schweren Isotopen an. Der verbleibende

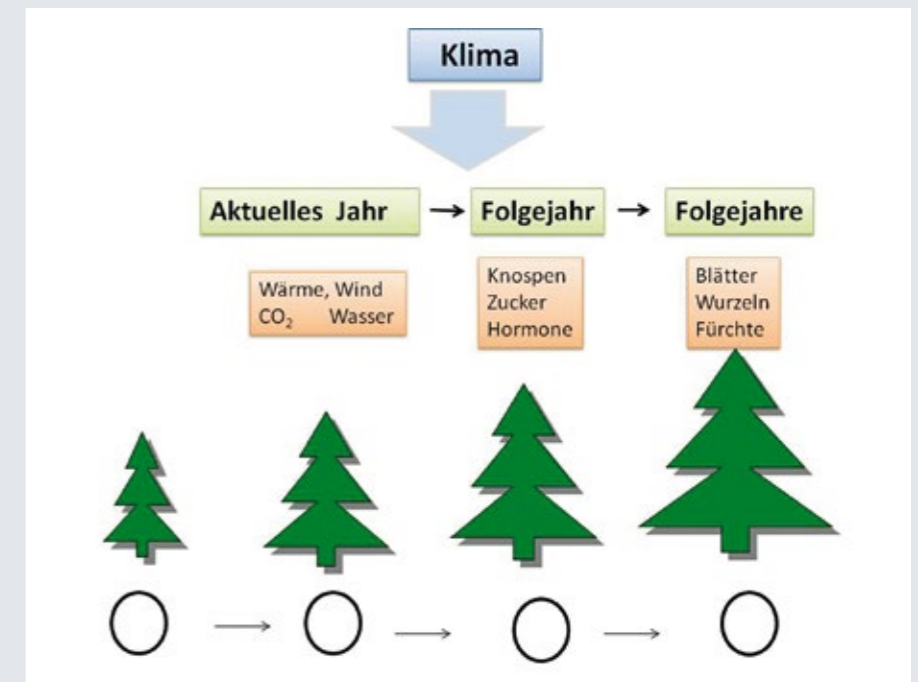
Wasserdampf in den Wolken wird isotopisch leichter, so dass die Niederschläge mit zunehmender Entfernung zur Ausgangsquelle des Wasserdampfs immer leichter werden. Messungen des Sauerstoffisotopenverhältnisses in Klimaarchiven wie Eisbohrkernen, marinen und Seesedimenten ermöglichen daher Rückschlüsse auf die Temperatur- und Niederschlagsgeschichte. Auch die Isotopensignatur in fossilen Kleinstlebewesen, von Schichten in Speläothemen und den Jahrringen von Bäumen wird durch das Niederschlagswasser geprägt und erlaubt es, klimatisch-hydrologische Bedingungen der Vergangenheit zu rekonstruieren.

(Dank an Gerhard Helle und Birgit Plessen (GFZ Potsdam), Kooperationspartner im von Philipp von Rummel und Ingo Heinrich (DAI Zentrale) geleiteten Groundcheck-Projekt „Environmental crisis in the 4th Century CE“.)



DIE DENDROCHRONOLOGIE erlaubt durch Untersuchung der Jahrringe von Bäumen Rückschlüsse auf die Umweltbedingungen während deren Wachstums sowie die Altersbestimmung von Hölzern.
Foto: I. Heinrich, DAI Zentrale, Grafik: J. Denking, DAI Zentrale

AUSWIRKUNG VON KLIMAFAKTOREN auf das Wachstum von Bäumen.
Grafik: B. Tsochner, Universität Potsdam/ U. Heußner, DAI Zentrale



DENDROCHRONOLOGIE: BAUMKALENDER UND UMWELTARCHIV

Mit Hilfe der Dendrochronologie (wörtlich: „Lehre vom Baumalter“, gelegentlich auch als „Jahrringdatierung“ bezeichnet) kann das Alter von Hölzern bestimmt werden. Bäume bilden im Verlauf ihres Wachstums sog. Jahrringe aus, die im Querschnitt des Holzes ablesbar sind. Mit jedem Jahr kommt ein neuer solcher Ring hinzu. In der Summe geben diese Jahrringe nicht nur Auskunft über den Zeitraum, in dem der Baum gewachsen ist, sondern aufgrund ihrer Beschaffenheit auch über die Wachstumsbedingungen in dieser Zeit. Jahrringe aus Jahren mit guten Bedingungen sind breiter, solche mit schlechterer Versorgung schmaler. Die Auswertung dieser Merkmale erlaubt damit auch Aussagen z. B. zu langfristigen Klimaentwicklungen. Aufgrund gleicher

Umweltbedingungen innerhalb einer Region weisen die Wachstumsmuster aller Bäume derselben Art dort die gleiche charakteristische Abfolge breiter und schmaler Ringe auf. Diese Wachstumsmuster lassen sich vergleichen und zur Altersbestimmung auch verbauter Hölzer heranziehen. Durch Kombination und Synchronisierung überlappender Jahrringabfolgen unterschiedlichen Alters können so regelrechte Kalender über Jahrhunderte und Jahrtausende hinweg erstellt werden.

(Dank an Ingo Heinrich (DAI Zentrale), wissenschaftlicher Referent für Dendrochronologie am Referats Naturwissenschaften des DAI.)

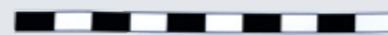


SPELÄOTHEME (Stalaktiten und Stalagmiten) in der Leontari-Höhle östlich von Athen (Griechenland).
Foto: A. Budsky/E. Reichert, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

SPELÄOTHEME: KLIMAARCHIV TROPFSTEIN

Speläotheme sind sekundäre Kalkablagerungen in Karsthöhlen (griech. *spelaiōn*: „Höhle“; *thema*: „Ablagerung“) und treten meist als Tropfsteine auf. Obwohl es zahlreiche Wachstumsformen von Speläothemen gibt, sind für die Paläoklimaforschung vorrangig die vom Höhlenboden wachsenden Stalagmiten von Interesse. Diese werden stetig mit Tropfwasser gespeist, das mit Kalzium aus dem im Wirtsgestein gelösten Kalziumkarbonat übersättigt ist. Durch ständige Ablagerung einer neuen Kalkschicht wächst der Stalagmit. In Höhlen weitgehend vor chemischen und physikalischen Verwitterungsprozessen geschützt, können auf diese Weise in Speläothemen Umweltinformationen über lange Zeiträume (bis zu mehreren Hunderttausend und sogar Millionen von Jahren) konserviert werden. Die in der Speläothemforschung am häufigsten benutzten Klimaproxy sind die stabilen Isotopenverhältnisse von Kohlenstoff ($\delta^{13}\text{C}$) und Sauerstoff ($\delta^{18}\text{O}$). Während die $\delta^{18}\text{O}$ Werte in Speläothemen hauptsächlich vom Niederschlag beeinflusst werden, erlauben die $\delta^{13}\text{C}$ Werte eine Rekonstruktion der Vegetation oberhalb der Höhle und der biologischen Aktivität im Boden.

(Dank an Michael Weber und Denis Scholz (Johannes Gutenberg-Universität Mainz), Kooperationspartner im von Julia Meister (Universität Würzburg) und Jutta Stroszeck (DAI Athen) geleiteten Groundcheck-Projekt zu „Spätholozänen Klima- und Umweltveränderungen im Großraum Athen und deren Auswirkungen auf die Siedlungsgeschichte und Adaptionsstrategien des Menschen“).



AUFGESÄGTER STALAGMIT AUS DER CAVE OF LAKES BEI KASTRIA (Griechenland) mit deutlich sichtbaren Wachstumslagen.
Foto: A. Budsky / E. Reichert, Johannes Gutenberg-Universität Mainz



Während ein zentrales DAI-Probenarchiv im Aufbau begriffen ist, werden Bohrkern- und Einzelproben derzeit in einem von der RGK betreuten Archiv in Melaune in Sachsen gesammelt.
Foto: I. Hohle, DAI RGK



BOHRKERNE UND EINZELPROBEN werden registriert und erhalten eine eindeutige Kodierung nach internationalen Standards.
Foto: I. Hohle, DAI RGK

DAS HELMUT BRÜCKNER ARCHIV

Küstenforschung, historische Landschaftsszenarien und Mensch-Umwelt-Interaktion

Eine Schlüsselmethode geoarchäologischer Forschung ist die Entnahme von Bohrkernen. In ihnen zeichnet sich eine Abfolge vielfältiger Schichten ab, die Veränderungen der Landschaft dokumentieren. Anhand von archäologischen Funden oder organischen Resten lassen sich die einzelnen Schichten mit archäologischen Methoden oder durch die ^{14}C -Methode relativ präzise datieren. So entstehen Bilder dynamischer Landschaftsveränderungen, die sich in Kombination mit archäologischen und historischen Daten zu komplexen Szenarien der Interaktion vom Menschen mit seiner Umwelt verdichten lassen.

Der Geograph und Geoarchäologe Prof. Dr. Helmut Brückner (Universität zu Köln) hat über Jahrzehnte hinweg im Rahmen verschiedener DAI-Projekte an unterschiedlichen Standorten insbesondere im Bereich der Küstenforschung und der Rekonstruktion historischer Landschaftsszenarien wichtige Grundlagenforschung geleistet und damit erheblich zur Integration historischer Umwelt-Szenarien in die archäologische Forschung beigetragen. Das geographische Spektrum seiner Arbeit umfasst den gesamten Mittelmeerraum, das Schwarzmeergebiet und die arabische Halbinsel.

Auch wenn die meisten Bohrkern- und damit zwangsläufig überwiegend zerstört wurden, ist durch die Arbeiten Helmut Brückners über die Jahre ein umfangreiches Probenarchiv entstanden, das auch für zukünftige geoarchäologische Forschungen mit neuen Fragestellungen und Methoden die materielle Grundlage bieten kann. Sein Bestand ist nun durch die Übernahme durch das DAI langfristig gesichert worden. Zunächst wurden die Proben in ein von der Römisch-Germanischen-Kommission (RGK) in Frankfurt betreutes Bohrkern- und Probenarchiv mit provisorischem Standort in Melaune (Sachsen)

überführt. Um das Brückner-Archiv in Zukunft vollumfänglich nutzbar zu machen, werden Metadaten zu den Proben (Koordinaten, Datierung usw.) auf Basis von Arbeitsberichten, Feldbüchern, Veröffentlichungen und Fotos erfasst. Zusätzlich werden Bohrkern- und Einzelproben auf der SESAR Plattform (*geosamples.org*) registriert, wodurch sie eine international anerkannte und zitierfähige Kodierung (*igsno.org*) erhalten. Dies wird auch für weitere Bohrkern- und Proben durchgeführt und soll sich DAI-weit als Standard etablieren. Anschließend ist eine systematische Integration der Daten in die Dateninfrastruktur der iDAI.world geplant. Auch an der RGK wurden vom Referat für Prospektions- und Grabungsmethodik schon früh Bohrkernhälften archiviert und in verschiedenen Forschungsprojekten mit unterschiedlichsten Methoden untersucht. Da solche Proben für die Erforschung der komplexen Mensch-Umwelt-Beziehungen eine immer größere Rolle spielen, soll aufbauend auf dem Brückner-Archiv und den an der RGK archivierten Bohrkernen und Proben in Zukunft in Zusammenarbeit mit weiteren Kooperationspartnern ein zentrales Archiv des DAI aufgebaut werden.

Isabel Hohle (DAI RGK), Felix Pirson (DAI Istanbul), Daniel Gademann (DAI Istanbul / Universität zu Köln) und Helmut Brückner (Universität zu Köln) arbeiten zusammen im Rahmen des Groundcheck-Projekts „Klima- und Küstenwandel an der Westküste Anatoliens“ an Sicherung und Aufbau des Bohrkern-Archivs. Weitere Informationen dazu auch online unter: <https://www.dainst.blog/groundcheck/archive-for-soil-samples-and-drilling-cores> und <https://www.dainst.blog/groundcheck/helmut-brueckner-archiv>



BOHRPLATTFORM IM GRAFENBERGSEE
(ÖSTERREICH) IN ÜBER 1600 M HÖHE.
Foto: Roman Scholz, DAI RGK



AUF DEM HOCHPLATEAU DES DACHSTEINMASSIVS IN DER SALZLANDSCHAFT VON HALLSTATT (Österreich) werden Bohrungen durchgeführt, um im Rahmen des Groundcheck-Programms Auswirkungen von Klimawandel und Umweltveränderungen zu erforschen.
Foto: A. Fischer, DAI RGK

HOCH GELEGEN – TIEF GEBOHRT

Neue Forschungen zur klimasensitiven alpinen Salzlandschaft Hallstatt

Im hochalpinen Raum lässt sich das Wechselspiel von Klimaänderungen und sozioökonomischer Nutzung besonders gut nachvollziehen. Mit zahlreichen Umweltarchiven und in direkter Nachbarschaft zu den Salzbergwerken von Hallstatt gelegen, stellt das Hochplateau des Dachsteinmassivs in den österreichischen Nordalpen ein ideales Untersuchungsgebiet dar. Im August 2021 wurde daher im Rahmen einer Forschungskoooperation zwischen der Römisch-Germanischen Kommission des DAI und dem Naturhistorischen Museum Wien der auf dem Plateau gelegene Grafenbergsee in über 1600 m Höhe beprobt. Die Täler zwischen den z. T. bis zu 3000 m hohen Bergen werden seit mehr als dreitausend Jahren intensiv von Menschen genutzt. Sie sind Teil der Produktionslandschaft des bereits in prähistorischen Zeiten begonnen Abbaus und der Verarbeitung der für Mensch und Tier lebenswichtigen natürlichen Ressource Salz. Seen stellen ganz hervorragende Quellen für die Analyse von Klimaveränderungen und Mensch-Umwelt-Dynamiken dar, denn hier erhalten sich zahlreiche Informationen über vergangene Umweltbedingungen. So sinken Blütenstaub, Insektenreste und vieles mehr auf den Seeboden und lagern sich dort Schicht für Schicht ab. Im Idealfall bilden sich jährliche Lagen, die wie die Jahrringe eines Baumes gezählt und beprobt werden können. Für die durchgeführten minimalinvasiven Bohrungen wurde eigens eine Plattform nebst Bohrausrüstung mit einem Helikopter zum Grafenbergsee geflogen; ein Vier-Personen-Team arbeitete unermüdlich auf der schwimmenden Plattform in der Mitte des

Sees. Die Bohrung erfolgte in einer Wassertiefe von 22 m. Dafür wurden zwei Meter lange Plexiglasröhren segmentweise in den Seeboden getrieben und im Anschluss mittels einer Winde an die Wasseroberfläche gezogen, die neun Zentimeter starken Kerne anschließend luftdicht verschlossen und in Kisten verstaut. Diese Bohrungen wurden so lange fortgesetzt, bis schließlich der glaziale Untergrund erreicht wurde. Nach ca. sechs Stunden waren die Arbeiten erfolgreich abgeschlossen und zwei Sedimentsequenzen von jeweils sechs Metern Länge entnommen. Die Bohrkern lagern derzeit im Labor des Instituts für Geologie der Universität Innsbruck. Nach Voruntersuchungen im geschlossenen Zustand werden sie später der Länge nach aufgeschnitten und in zwei Teile gespalten. Eine Hälfte wird zum Zweck der späteren Überprüfung und für zukünftige neue Analysetechniken archiviert, die andere Hälfte beprobt. Durch ¹⁴C-Analysen können beispielsweise die Schichten nicht nur in ihrem Alter bestimmt, sondern auch Informationen über die Sonnenaktivität gewonnen werden. Pollenuntersuchungen geben Auskunft über die Pflanzenwelt der Region und wie sich diese durch Eingriffe des Menschen, z. B. durch Viehhaltung verändert hat. Geochemische Studien schließlich können Einblicke in ökonomische Aktivitäten wie Erzverhüttung, aDNA-Analysen Hinweise zur Präsenz domestizierter Tiere geben. So vermag das interdisziplinäre Studium vergangener Auswirkungen von Umwelt- und Klimaveränderungen auf das Ökosystem in einer Mikroregion in den Alpen schließlich auch neue Erkenntnisse für globale Klimamodellierungen beizutragen.

Kerstin Hofmann und **Roman Scholz** (DAI RGK) sowie **Kerstin Kowarik** und **Hans Reschreiter** (NHM Wien) führen gemeinsam Forschungen im Groundcheck-Teilprojekt „Vulnerabilität und Resilienz menschlicher Gesellschaften im klimasensitiven Alpengebiet der Salzlandschaft Hallstatt“ durch.

Weiterführende Informationen und Hintergründe zu diesen Arbeiten finden sich auch online unter: <https://www.dainst.blog/crossing-borders> und <http://hallstatt-forschung.blogspot.com>



DAS BOHRTEAM AUF DEM GRAFENBERGSEE BEI DER ARBEIT

NACH ERFOLGREICHER BERGUNG EINES BOHRPROFILS WIRD GEMEINSAM ÜBER DAS WEITERE VORGEHEN DISKUTIERT
Fotos: A. Fischer, DAI RGK





BLICK IN DAS UNTERE GORGO COTONE-TAL östlich des Stadthügels von Selinunt, wo sich einst der Osthafen befand.
Foto: M. Schlöffel, DAI Rom



ÜBERSICHTSFOTO EINES BOHRKERNS VON 6 M LÄNGE, mit marinen Sedimenten in den unteren 3 m.

BEISPIELE FÜR NACH DEM SIEBEN DES SEDIMENTS VERBLIEBENE RESTE, anhand derer sich die Landschaftsentwicklung rekonstruieren lässt. Zu sehen sind Muscheln, Schnecken, Keramikfragmente und Holzkohlestücke.
Fotos: St. Schneider, DAI Rom



AUS MEER WIRD LAND

Die antike Hafenlandschaft von Selinunt

An der Südwestküste Siziliens erstrecken sich auf über 250 ha die Ruinen des antiken Selinunt. Die Stadt zählt zu den am besten erforschten griechischen Kolonien Süditaliens; seit 1971 ist auch das DAI dort tätig. Trotz der langjährigen Erforschung der antiken Küstenstadt gab es bislang keine gesicherten Erkenntnisse über die Lage ihrer Häfen und deren Anbindung an die städtische Infrastruktur. Auch war bisher wenig über die naturräumlichen Voraussetzungen der Hafenanlagen bekannt. Schon lange wurde vermutet, dass die beiden das Stadtareal durchziehenden Flusstäler, das Modione- und das Gorgo Cotone-Tal, ehemals von Meeresbuchten erfüllt waren und Häfen beherbergten.

Seit einigen Jahren finden erstmals feldarchäologische und geoarchäologische Untersuchungen zum vermuteten Osthafen von Selinunt statt. Letztere erfolgen im Rahmen des DAI Groundcheck-Programms und haben zum Ziel, die antiken Umweltbedingungen zu rekonstruieren. Dabei geht es vor allem um die Frage nach der Lage, Abgrenzung und Verlandung der Meeresbucht, die einst den Hafen beherbergte.

Während flächenhafte archäologische Grabungen Reste der antiken Hafenrandbebauung zum Vorschein brachten, ermöglichen punktuelle Rammkernsondierungen einen Blick in den tiefen Untergrund, wo sich Meeresablagerungen nachweisen lassen. Bei diesem Verfahren werden mit einem motorgetriebenen Schlaghammer hohle Metallsonden in den Boden gerammt und anschließend, mit Material gefüllt, wieder geborgen. Am Inhalt der Sonden lassen sich die archäologischen und sedimentologischen Schichtenfolgen feststellen, die die landschaftliche Entwicklung des Tales widerspiegeln. Im Rahmen des Groundcheck-Projekts in Selinunt wurden im Cotone-Tal mehr als 40 Rammkernsondungen niedergebracht. Sie verteilen sich linienhaft quer und längs des Tals und reichen bis in 14 m Tiefe.

Für die Auswertung der Kerne und die sichere Bestimmung der Meeresablagerungen ist die Analyse der Sedimente im Labor unumgänglich. Zahlreiche geoarchäologische Studien zu antiken Häfen belegen, dass Mikrofossilien eine Schlüsselrolle bei der Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen spielen. Auf Selinunt trifft das ebenso zu: die in den Rammkernen reichlich vorhandenen Reste von aquatischen Kleinstlebewesen zeigen nicht nur die Herkunft der Sedimente an, sondern sie sind auch ein Indikator für die Umweltbedingungen, unter denen diese abgelagert wurden. So lassen sich anhand der Schalen von Muscheln, Schnecken, Ostrakoden (Muschelkrebse) und Foraminiferen (Einzeller, die eine ein- bis vielkammerige Schale bilden) Parameter wie die Tiefe der Meeresbucht und deren Salzgehalt ableiten.

Die Ergebnisse der Feldarbeiten und Laboranalysen fließen schließlich in ein geographisches Informationssystem (GIS) ein, mit dessen Hilfe die Verlandungs- und Hafengeschichte von Selinunts östlicher Meeresbucht zu verschiedenen Zeiten visualisiert werden soll. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass sich im heutigen Cotone-Tal, zwischen Stadt- und Osthügel von Selinunt einst eine offene Meeresbucht erstreckte, die mehr als 800 m von der heutigen Küstenlinie landeinwärts reichte und eine Ost-West-Ausdehnung von mindestens 300 m hatte. Im Abgleich mit den archäologischen Daten deutet sich damit klar an, dass im Unterlauf des Cotone einst eine antike Hafenbucht existierte.

Steffen Schneider und **Marlen Schlöffel** (DAI Rom) führen die hier beschriebenen Forschungen im von Ortwin Dally geleiteten Projekt „Ground Check Selinunt 2.0“ durch.

Weitere Informationen darüber auch unter <https://www.dainst.blog/groundcheck/groundcheck-selinunt>



HERAION VON SAMOS, Blick über die Ebene von Chora nach Südosten.
Foto: J. Fuchs, DAI Athen, D-DAI-ATH-2019-01117

KLIMA UND LANDNUTZUNG IM ÖSTLICHEN MITTELMEERRAUM

Das Heraion von Samos

Am Westende der heutigen Ebene von Chora im Südosten der griechischen Insel Samos liegt das dortige Heraion, ein der Göttin Hera geweihtes Heiligtum. Bis in historische Zeit hinein prägte einst unmittelbar östlich dieses Heiligtums eine ausgedehnte Lagune die Landschaft, die inzwischen allerdings weitgehend verlandet ist. Durch kontinuierliche Sedimentablagerungen hatte sich das weitgefächerte Delta des ebenfalls dort gelegenen Imbrasos-Flusses fortlaufend vergrößert. Diese stetig in der Chora-Ebene abgelagerten fluvialen und lagunären Sedimente bilden ein wertvolles Umwelt- und Klimaarchiv, mit deren Hilfe sich die Umweltgeschichte der Region in unmittelbarer Nähe zum Heraion rekonstruieren lässt. Die Analyse der chemischen, geologischen und biologischen Zusammensetzung dieser Sedimentablagerungen liefert wichtige Daten aus der Vergangenheit, die dabei helfen, die archäologischen Befunde der Umgebung im Zusammenhang mit Klima- und Umweltveränderungen zu interpretieren. Darüber hinaus haben sie eine generelle Relevanz für das Verständnis sowohl historischer, aber auch ganz aktueller Anpassungsprozesse an ein sich wandelndes Klima im östlichen Mittelmeerraum. Solche Untersuchungen werden auch im Rahmen des Groundcheck-Programms in einem Projekt zur Klima- und Landnutzungsgeschichte von Samos in Kooperation mit Ingmar Unkel (Institut für Ökosystemforschung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) und Wolfgang Rabbel (Institut für Geowissenschaften der Universität zu Kiel) und mit maßgeblicher Förderung durch das Kieler Exzellenzcluster ROOTS „Socio-Environmental Cultural Change“ durchgeführt. Ziel dieses Projekts ist die Rekonstruktion der Umweltbedingungen auf Samos während der letzten 5000 Jahre, um so ein Bild der Landschaftsveränderung vor, während und auch nach der Nutzung des dortigen Heraions zeichnen zu können. Damit verfolgen diese

Forschungen wesentliche Fragestellungen zum zeitlichen Ablauf eines solchen Landschaftswandels und den damit verbundenen Konsequenzen von Klimaveränderungen auf die alltäglichen Lebensumstände der damaligen Bevölkerung. Dies schließt auch die Frage danach ein, welchen Einfluss der Mensch selbst auf diesen Wandel hatte – und wie er, z.B. durch wasserbauliche Maßnahmen oder Auswahl bestimmter Anbauformen und Feldfrüchte versucht hat, auf sich ändernde Umweltbedingungen zu reagieren.

Die Rekonstruktion von Landschaft und Landschaftsnutzung erlaubt es, neues Licht auf einen möglichen Zusammenhang zwischen sich verändernden Umweltbedingungen und der Anpassung landwirtschaftlicher Infrastruktur auf Samos zu werfen – und dabei auch zu überprüfen, ob hier noch andere, kulturelle und soziale Gründe eine ebenso wichtige Rolle spielten. Zu diesem Zweck werden im Rahmen des Groundcheck-Programms in verschiedenen Höhlen Griechenlands, u.a. auch auf Samos, außerdem Speläotheme beprobt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können dazu beitragen, gesellschaftliche Entwicklungen im Kontext klimabedingter Umweltveränderungen zu interpretieren und leisten einen grundlegenden Beitrag zum Verständnis von der Wechselwirkung zwischen diesen Wandlungsprozessen in der Region.

Jan-Marc Henke (DAI Athen) und **Ingmar Unkel** (CAU Kiel) führen im Rahmen des Groundcheck-Programms gemeinsam das Forschungsprojekt „Klima- und Landnutzungsgeschichte von Samos“ in Griechenland durch. Weitere Hintergründe zu diesem Projekt finden sich ebenfalls online unter:

<https://www.dainst.blog/groundcheck/groundwater-salinization-processes-on-the-island-of-samos-greece>

UMWELTGESTALTUNG, KLIMAWANDEL UND GESELLSCHAFT

Wie reagieren Gesellschaften auf globale Klimaphänomene? Welche Rolle spielen sie selbst in ihrem lokalen Ökosystem? Die enge Wechselwirkung von Mensch-Umwelt-Beziehungen wird im Groundcheck-Forschungsprogramm in ihrer historischen Tiefe erforscht.

Dazu gehören auch Fragen nach der Art der Wahrnehmung von Umwelt und Klima in früheren Kulturen, nach Reaktionen und Maßnahmen angesichts plötzlich oder sukzessive eintretender Veränderungen äußerer Bedingungen. Die regional sehr unterschiedliche Ausprägung dieses Wandels lässt den Zusammenhang von Ursachen und Auswirkungen oft erst in der Betrachtung über längere Zeiträume sichtbar werden. Groundcheck zeigt, wie sich selbst vermeintlich kleine Änderungen an den Rahmenbedingungen auf Gesellschaften der Vergangenheit und deren Lebensräume auswirken konnten. Sich mit der Vergangenheit auseinanderzusetzen, zeigt Kipppunkte und deren unumkehrbare Folgen für frühere Gesellschaften – und erlaubt es, deren Bemühen um nachhaltige Lösungsstrategien nachzuvollziehen. Im Mittelpunkt des archäologischen Interesses steht deshalb nicht allein die Rekonstruktion der zugrundeliegenden Umweltbedingungen, sondern insbesondere auch der daraus resultierenden Effekte auf das Leben und Zusammenleben menschlicher Gemeinschaften. Welche Konsequenzen hatten Klimawandel und Wetterphänomene auf Wirtschaftsweise und Ressourcennutzung, Infrastruktur und Handelsnetze? Welche Lösungen haben diese Gemeinschaften gefunden – und wie erfolgreich waren sie? Die daraus hervorgegangenen technischen und sozialen Innovationen illustrieren nicht nur die Adaptionsfähigkeit des Menschen in einer sich dynamisch wandelnden Umwelt, sondern gehören auch zu jenen Weichenstellungen, die oft entscheidend für das Entstehen neuer Siedlungs-, Wirtschafts- und Gesellschaftsformen waren.

MIT DEM ÜBERGANG ZUR NAHRUNGSPRODUZIERENDEN LEBENSWEISE z.B. mittels Ackerbau schuf der Mensch im Neolithikum die Voraussetzung zur Versorgung immer größerer Gemeinschaften. Ausgehendes Weizenfeld in Russland, Foto: R. Neef, DAJ Zentrale

POTENTIALE NUTZEN, NISCHEN GESTALTEN

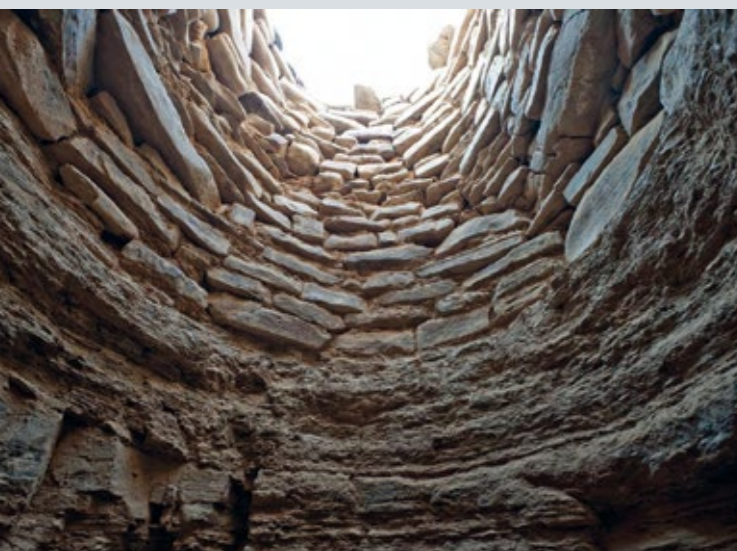
Nicht jedes Ökosystem, nicht jede Gemeinschaft war dabei zwangsläufig gleichermaßen betroffen. Verschiedene lokale Rahmenbedingungen führten zu unterschiedlichen Anpassungsstrategien. Seine ausgeprägte Klimadynamik und lange archäologische Forschungsgeschichte lassen beispielsweise den Kulturraum zwischen Nordafrika und Südwestasien besonders geeignet erscheinen, solch regionale Adaptionsprozesse und globale klimatische Entwicklungen über große Zeiträume hinweg zu verfolgen. Vor etwa 8000 Jahren setzte eine Entwicklung ein, die in einigen Regionen zum Ende der feuchteren Regenperioden und schließlich dem raschen Rückgang der dortigen Graslandschaften führte. Insbesondere im Nordwesten der Arabischen Halbinsel war ein zunehmend trockeneres Klima die Folge. Der Nachweis komplexer, z.T. bereits in das 5. Jahrtausend v. Chr. datierender Bewässerungssysteme zur effektiven Nutzung auch geringer Winter- und Frühjahrsniederschläge in der Basaltwüste Jordaniens zeugt von den Bemühungen ihrer Erbauer um nachhaltiges Ressourcenmanagement. Mitte des 4. Jahrtausends v. Chr. kam es zu weiteren Aridisierungsschüben, die sich nachhaltig auf die gesamte Region, deren Umweltbedingungen und Lebensräume auswirken sollten. Die lange Siedlungsgeschichte zentraler Orte wie der frühen Megacity Uruk, im heutigen Irak zwischen Euphrat und Tigris gelegen, bieten das Potential, den Auswirkungen auf die Lebens-

verhältnisse der lokalen Bevölkerung nachzugehen. Ein Potential, das auch im Rahmen des Groundcheck-Programms ausgeschöpft und u.a. mit der Beantwortung von Fragen nach Resilienzstrategien in hyperariden Regionen verbunden wird. Gerade dort hat sich der Mensch nicht allein an bestehende Umweltbedingungen angepasst, sondern aus einer Überlebensnotwendigkeit heraus durch Umweltgestaltung, etwa der Oasenbewirtschaftung, neue Gunsträume geschaffen.

Wo wachsende Gemeinschaften auf wiederkehrend stabile Erträge angewiesen sind, bedarf es auch der effektiven Verwaltung von Ressourcen und entsprechender Regulierungsmechanismen. Im archäologischen Befund und in historischen Quellen begegnen uns solche Regularien in vielerlei Gestalt. Seien sie technischer Natur wie Talsperren, Kanäle und Auffangbecken oder administrativen Charakters in Form gesellschaftlicher Vereinbarungen und Gesetze. Letztere sind aus verschiedenen Zeiten und Kulturen schriftlich überliefert. So gab es bereits im 2. Jahrtausend v. Chr. in Babylon Gesetze zum Wassermanagement und der Wartung von Bewässerungssystemen oder im Athen des 6. Jahrhunderts v. Chr. eine verbindliche Gesetzgebung zur Nutzung künstlicher Bewässerungssysteme.

ÜBER JAHRTAUSENDE WAR TAYMA IN SAUDI ARABIEN EINE DER BEDEUTENDSTEN OASEN NORDWESTARABIENS. Im Rahmen von Groundcheck wird ebenfalls erforscht, wie Menschen hier eine ökologische Nische im ariden Umland geschaffen haben.

Foto: A. Hausleiter, DAI Orient-Abteilung



HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ZEIGEN, DASS ES SICH BEI TAYMA UM EINE GRUNDWASSEROASE HANDELT. Die Wasserquellen wurden über Brunnen wie diesen erschlossen, an mehreren Stellen wurden außerdem Hinweise auf Bewässerungsfeldbau entdeckt.

Foto: J. Kramer, DAI Orient-Abteilung.



AUFZEICHNUNGEN ZUM NILPEGEL gehen in der Geschichte Ägyptens weit zurück, wie u.a. die Tabellen der Fluthöhen in Aswan, Kairo und am Deltarand auf der Weißen Kapelle Sesostris' I. (ca. 1970-1925 v.Chr.) im Tempel von Karnak zeigen. Foto: S. Seidlmayer, DAI Kairo



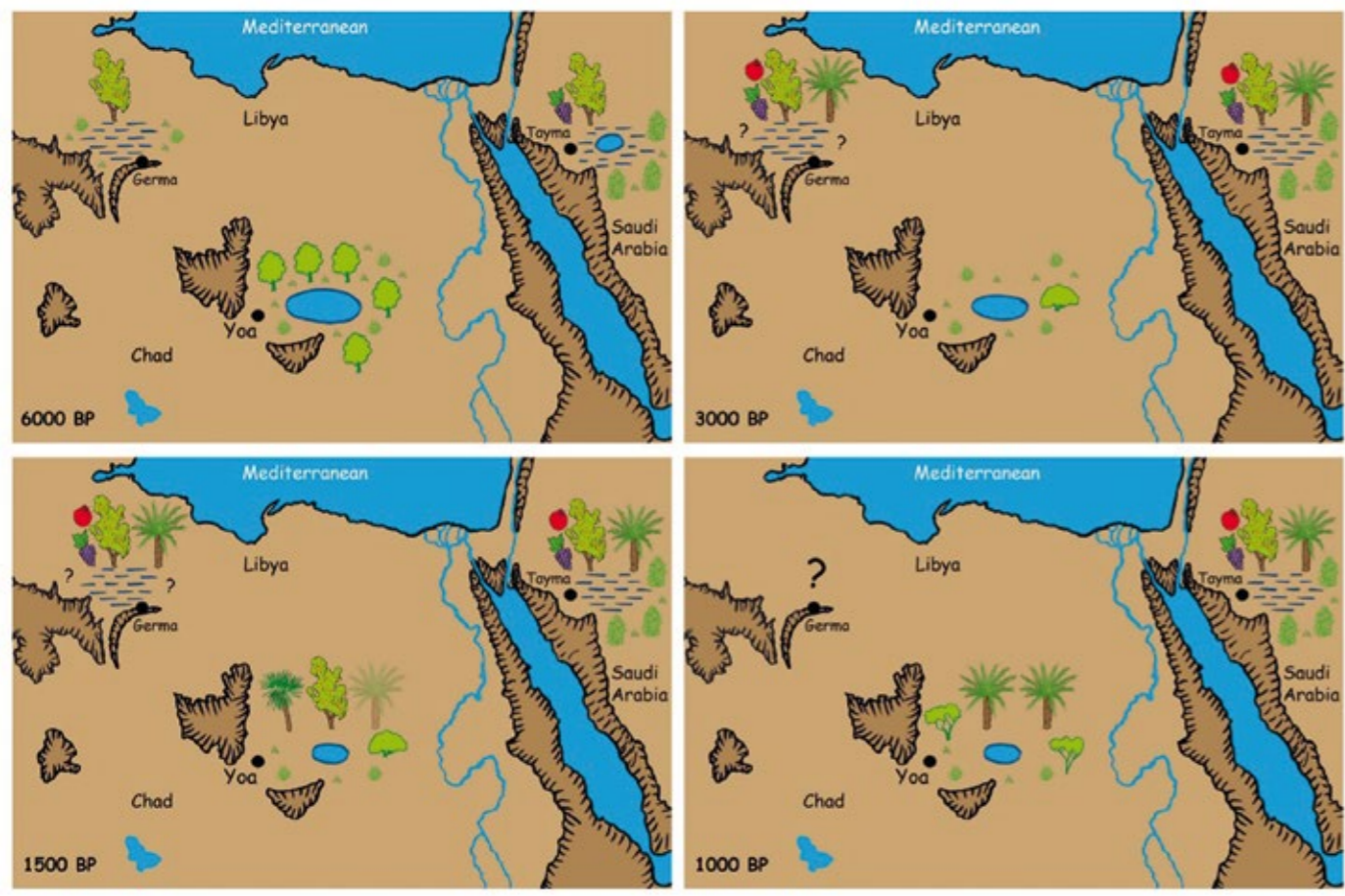
ZUM AUSGLEICH BESONDERS NIEDRIGER PEGELSTÄNDE UND ZUM SCHUTZ VOR ZU STARKEN FLUTEN sind bereits in der Vergangenheit genaue Beobachtung und komplexe Regulierungsmechanismen etabliert worden. Zur Dokumentation des Nilpegelstands beispielsweise

wurden in Ägypten sog. Nilometer angelegt. Hier ein Blick in den Meßschacht des mittelalterlichen Nilometers von Kairo auf der Insel Rodah. Auf der Säule im Zentrum des Schachts sind die Pegelskalen zu erkennen. Foto: S. Seidlmayer, DAI Kairo.

KIPPPUNKTE UND KONSEQUENZEN

Auch wenn der antike Mensch die im Hintergrund ineinandergreifenden Rädchen von Landschaftsgestaltung, Umwelt- und Klimaveränderung noch nicht in ganzer Konsequenz erahnen konnte, waren die daraus resultierenden Auswirkungen durchaus spürbar. So notiert der griechische Philosoph Platon im 4. vorchristlichen Jahrhundert einen Erdbeben infolge gewaltiger Niederschläge rund um die Akropolis in Athen. Er verband das Ereignis aber nicht mit verstärkter Erosion aufgrund massiver Abholzungen zur Gewinnung von Nutzland. Solche Erosionsereignisse lassen sich im archäologischen Befund mit Phasen expandierender Besiedlung und intensiver Landwirtschaft verbinden. Das führte mitunter zu einem Kreislauf, der mit wachsenden Populationen und deren notwendiger Versorgung begann und in Abholzung und Überweidung endete. Wurden instabil gewordene Böden fortgeschwemmt, führte das nicht allein zum Verlust fruchtbaren Ackerlandes, son-

dern in manchen Regionen zur Verlandung von Flussmündungen, der Verlagerung von Flussbetten bis hin zum Verlust von Zugängen zum Meer – und damit zu wichtigen Tauschnetzwerken. Groundcheck adressiert diese Wechselwirkung regionaler Ursachen und weitreichender Konsequenzen. Während die aus den Klimaarchiven gewonnenen Informationen Veränderungen in Lebensräumen illustrieren, sind komplexe gesellschaftliche Entwicklungsprozesse damit allein meist nicht zu begründen. Stattdessen gilt es, Klimadaten mit weiteren sozialen, politischen und ökonomischen Erkenntnissen zu verbinden, die aus historischen und archäologischen Quellen abgeleitet werden können. Die Groundcheck-Projekte gehen daher auch Fragen zur Ressourcenkontrolle, Machtstrukturen und den sozialen Ventilen zur Auflösung daraus resultierender Konflikte nach.



WÜSTEN UND OASEN

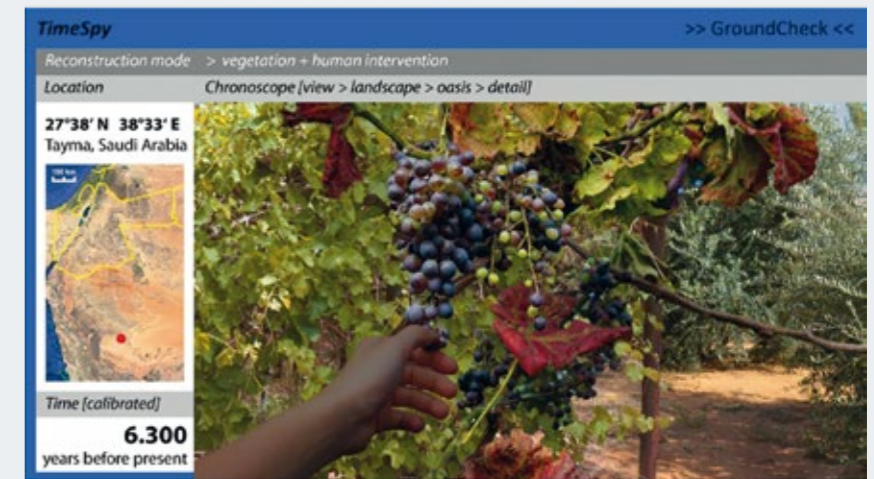
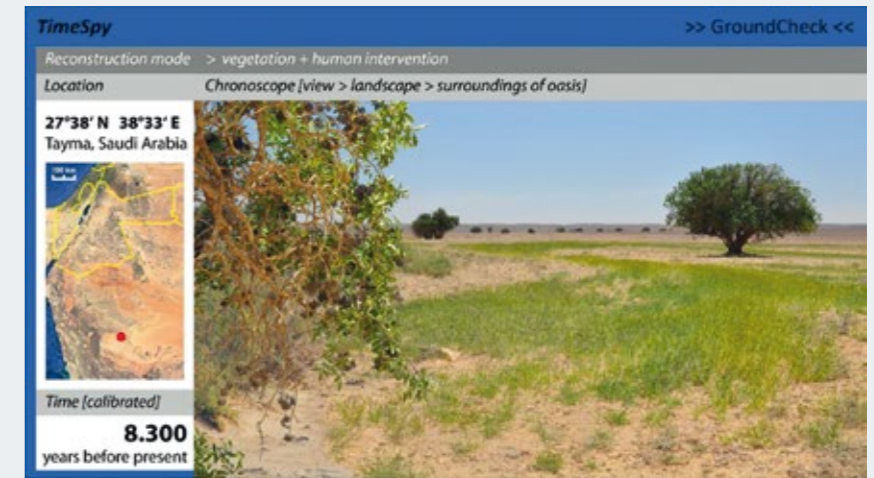
10.000 Jahre Klimawandel

Ökosysteme in Wüstenregionen sind an extreme Umweltverhältnisse wie hohe Temperaturschwankungen und unregelmäßige Niederschläge angepasst. Klimatische Änderungen während der letzten 10.000 Jahre haben in manchen Regionen des saharo-arabischen Wüstengürtels zu einem tiefgreifenden Umweltwandel geführt. Höhere Niederschläge und längere Regenzeiten während der sogenannten African Humid Period (ca. 11.000–5000 Jahre vor heute) hatten ein Ergrünen der zentralen Sahara und die Entstehung großer Seenlandschaften zur Folge und bildeten die Lebensgrundlage von Jäger-Sammler-Fischerkulturen. Mit der um 6000 vor heute einsetzenden Aridisierung und einer zunehmenden Fragmentierung der Seenlandschaft wurden diese von Hirtenkulturen mit Rindern, Schafen und Ziegen abgelöst, wie transdisziplinäre Untersuchungen im Nubischen Paläoseengebiet zeigten. Kaum erforscht hingegen ist, wann und wie aus diesen Seenlandschaften der Sahara natürliche und schließlich auch vom Menschen geprägte Oasen entstanden sind. Als Gunsträume in Wüsten und Halbwüsten wurden Oasen über Jahrtausende hinweg intensiv durch den Menschen umgestaltet. Eingebettet in dynamische soziale Netzwerke, wie Handelsrouten und andere kulturelle Kontakte sind die dabei entstandenen Ökosysteme Antworten auf die sich verändernden Umweltbe-

dingungen. Eine wichtige Datengrundlage für die Untersuchung des Einflusses von Klimaschwankungen auf die Lebensumwelten in Oasen und deren Nutzung und Kultivierung liefern Pollenanalysen an See- oder Moorablagerungen. Die auf diesen Analysen beruhende Rekonstruktion von Vegetationsänderungen zeigt, wo und wie sich dort neue Landnutzungsformen im Rahmen der Bewirtschaftung von Oasen entwickelten. Ein Hauptgrund für unser bislang geringes Wissen über die Oasenentwicklung ist die Seltenheit geeigneter Archive. Die zwei grundwassergespeisten Oasen von Tayma (Saudi-Arabien) und Yoa (Tschad) mit ihren Seeablagerungen sind hervorragend geeignet, neue Erkenntnisse zu Klima- und Vegetationsentwicklungen im Nordwesten der Arabischen Halbinsel bzw. der zentralen Sahara zu gewinnen. Beim Vergleich der Oasen in diesen beiden großen Wüstengebieten treten zwei zentrale Aspekte hervor: Das unterschiedliche Ausmaß der Umweltveränderungen sowie die ausgeprägten Unterschiede bei der Entstehung und Entwicklung der Oasenwirtschaft. Während für die zentrale Sahara im Ounianga-Becken (Yoa) weitreichende Umweltänderungen – von Halbwüsten zu Laubsavannen und wieder zu Wüsten zurück – dokumentiert sind, ist für den Nordwesten Arabiens (Tayma) nur eine kurze frühholozäne feuchtere Phase belegt (ca. 8800–7800 vor heute). Diese unterschied-

links:
Schematische Darstellung der ENTWICKLUNG LOKALER GEWÄSSER, NATÜRLICHER VEGETATION UND ANGEBAUTER BZW. GEFÖRDERTER FRÜCHTE in Oasen in Nordafrika (Yoa und Germa) und Nordwestarabien (Tayma).
Grafik: S. Walter, DAI Zentrale

rechts:
Die auf wissenschaftlichen Daten basierenden Bildszenen zeigen die ENTWICKLUNG DER OASE TAYMA und ihre Umgebung: Vor 8300 Jahren hatten sich zusätzlich zur Wüstenvegetation Grasländer ausgebreitet, und vereinzelt wuchsen Pistazien in den Wadis. Vor 6300 Jahren wurde in der Oase bereits Wein kultiviert. Das letzte Bild zeigt die heutige, intensiv beweidete Wüstenvegetation der Region Tayma.
Grafik: S. Walter, DAI Zentrale



lichen Umweltentwicklungen sind vermutlich ein Grund für die ebenfalls verschiedenen Entwicklungen in der Oasenbewirtschaftung: In der Oase Tayma ist diese mit Beginn der Kultivierung von importierten Weinreben vor fast 7000 Jahren zu einem schon sehr frühen Zeitpunkt belegt. Erst gut 2000 Jahre später, mit der fortschreitenden Aridisierung im Norden des Tschad, entstanden auch im Ounianga-Becken der zentralen Sahara natürliche Oasen, die nochmals deutlich später ebenfalls (mit Anbau der importierten Dattelpalme) gesichert bewirtschaftet wurden. Die in diesen wissenschaftlichen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse wurden im Rahmen des Groundcheck-Programms in einer filmischen Zeitreise vom Ende der Eiszeit bis in die Gegenwart visualisiert. So kann das Zusammenspiel von Klima, Vegeta-

tionsänderung, menschlicher Nutzung und Oasenentwicklung in den heutigen Wüstengebieten auf Grundlage archäobotanischer und archäologischer Daten und deren Untersuchungen rekonstruiert und erfahrbar gemacht werden.

Reinder Neef, Frank Darius, Michèle Dinius, Sebastian Walter (DAI Zentrale) und Arnulf Hausleiter (DAI Orient-Abteilung) arbeiten gemeinsam im Groundcheck-Projekt „Klima, Ausbreitung der Wüsten und Entstehung von Oasen seit 6000 Jahren in Nord-Afrika und Arabien“.
Mehr zu dieser Forschung auch unter:
<https://www.dainst.blog/groundcheck/climate-deserts-and-oases>.

BLICK NACH OSTEN ÜBER DAS NILTAL BEI LUXOR.

In der weiten Sedimentationsebene zwischen den Wüstenbergen im Westen und Osten liegt die Talau des modernen Flusses.

Fotos: St. Seidlmayer, DAI Kairo



CHANCE UND RISIKO

Die jährlichen Nilfluten in Ägypten

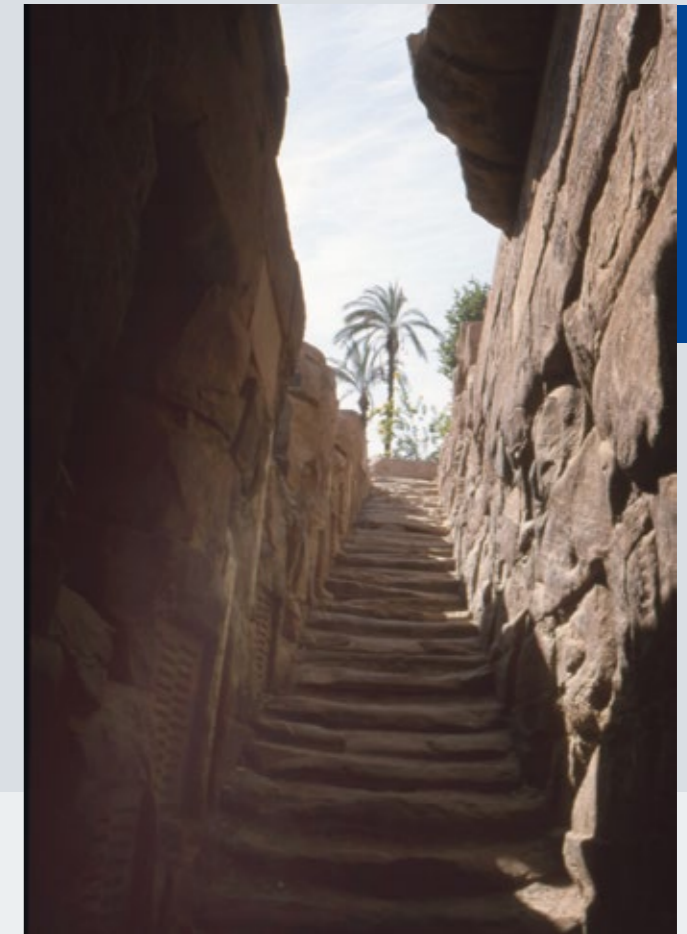
Prägnanter als in Ägypten kann der Zusammenhang zwischen Naturraum und Kultur kaum sein: ohne den Nil wäre das Land einfach ein Teil der Sahara. Nur der Strom schuf hier einen der reichsten Lebensräume der Welt, und die Hydrologie des Flusses bestimmte (und bestimmt) Geographie und Ökologie Ägyptens ganz und gar. Die Besonderheit des Nils ist seine jährliche Flut: als Folge der Monsunregen insbesondere über dem äthiopischen Hochland im späten Sommer vervielfacht sich das Abflussvolumen. In Aswan stieg der Pegel (vor den modernen Staudambauten) um rund acht Meter an, und bis in den Spätherbst verwandelte sich die Talau in einen einzigen See. Seit dem 4. Jahrtausend v. Chr. konzentrierte sich die Bevölkerung Ägyptens ökonomisch immer ausschließlicher auf die Bewirtschaftung dieser nilotischen Landschaft in Form erst natürlicher, schrittweise auch künstlich optimierter Bassinbewässerung. Sie erschloss dadurch eines der reichsten agrarischen Potentiale der Welt, begab sich aber auch in die Abhängigkeit von der Variabilität des Stroms. Denn trotz ihrer uhrwerkhaften Regelmäßigkeit fiel die Flut doch öfter einmal schwach aus und ließ Felder unbewässert – ungenügende Ernten waren die Folge. Seltener kam sie katastrophal hoch und riss Siedlungen und Deiche mit sich. Unter diesen Bedingungen zu leben hieß, immer neu die Balance zwischen Potentialen und Risiken zu optimieren. Je umfassender die Möglichkeiten des Naturraumes genutzt wurden, umso empfindlicher wurde das System gegen

Schwankungen im erwarteten Normalverhalten des Flusses. Resilienz forderte Beschränkung und Investition in die Infrastruktur, z.B. die Instandhaltung von Deichen und Bewässerungskanälen. Detailliertes Monitoring und langfristige Dokumentation des Flutgeschehens sind die Voraussetzung für Orientierung und Anpassung unter solchen Verhältnissen. Für das Alte Ägypten belegen schon die Annalen vom Ende des 4. Jahrtausends v. Chr. die jährliche Messung der Nilflut und die dauerhafte Speicherung dieser Daten. Wie in dieser ältesten Zeit die Messungen konkret durchgeführt wurden, ist nicht bekannt; mit der griechisch-römischen Periode beginnt jedoch die Serie der archäologisch bekannten Nilometer. In der Antike waren sie stets im Kontext von Tempelanlagen angeordnet. Der wohl schon ptolemäische Nilometer des Satet-Tempels auf Elephantine im Bereich des Ersten Nilkatarakts war vor der Flussterrasse des Tempels als Treppengang errichtet, der sich an seinem unteren Ende zum Fluss öffnete. Auf Skalen an der Seitenwand des Treppenaufs konnte der Wasserstand abgelesen werden. Zusätzlich sind in griechischen Inschriften Wasserstände vermerkt, die in bestimmten Jahren erreicht wurden. Die Tradition der Nilometrie durchzieht die gesamte Geschichte Ägyptens. Der bedeutendste Nilometer der arabisch-islamischen Zeit befindet sich auf der Insel Roda in Kairo. Das erhaltene Bauwerk reicht in das Jahr 861, die Zeit des abbasidischen Kalifen al-Mutawakkil zurück. Diese Anlage ist als rechteckiger, zum Fluss



DER NIL ALS FRUCHTBARE LEBENSADER IN DER WÜSTE.

Foto: St. Seidlmayer, DAI Kairo



DER PTOLEMÄISCHE NILOMETER DES SATET-TEMPELS VON ELEPHANTINE. Auf der rechten Wand sind die antiken Nilometerskalen abgetragen.

Foto: St. Seidlmayer, DAI Kairo

geöffneter Schacht ausgeführt, in dessen Mitte auf einer freistehenden Säule die Skalen angeordnet waren. Bezogen auf diesen Nilometer sind in den arabischen Chroniken für mehr als 1200 einzelne Jahre Messdaten des Nilstandes erhalten – für keinen anderen Fluss der Welt gibt es eine vergleichbare historische Dokumentation.

Archäologisch bilden die nilotische Geographie und Ökologie eine besondere Herausforderung. Durch die Zyklizität von Überflutung und Niedrigwasser sowie die Sedimentfracht, die der Fluss jährlich über der Talau deponierte, verlagerte der Nil immer wieder sein Bett und ließ das Niveau des Landes in den Jahrtausenden um mehrere Meter ansteigen. Vor diesem Hintergrund gilt es, historische Schwankungen der Nilflut und soziokulturelle Strategien der Adaption zu erfassen: Wie greifen Klimaeinfluss und soziale Mechanismen ineinander? Wodurch wird das soziale System vulnerabel oder resilient? Die lange Geschichte Ägyptens ist in ihrer Erstreckung über mehr als fünf Jahrtausende ein paradigmatischer Fall, solche Fragen zu untersuchen. Archäologisch-geohistorische Befunde, Maßreihen zum Nilpegel von ältester Zeit bis in die Gegenwart und historische Berichte zu Flutereignissen können mittlerweile vermehrt mit klimageschichtlichen Proxy-

Daten verbunden werden. Im Streit um den neuen äthiopischen Staudamm am Blauen Nil hat das Problem der Wasserversorgung Ägyptens, die existentielle Abhängigkeit des Landes von seinem großen Strom erneut brennende Aktualität gewonnen. Die archäologisch-historische Forschung vermag Entstehung und Entwicklung dieser Konstellation durch mehr als fünf Jahrtausende aufzuklären.

Stephan Seidlmayer (DAI Kairo) leitet das Groundcheck-Projekt „Klima – Nilflut – Krise“:

<https://www.dainst.blog/groundcheck/climate-nile-flood-crisis>



NORDUFER DES OCHAUL-SEES IN DER BAIKAL-REGION. Archäologische Untersuchungen deuten darauf hin, dass dieser Platz wiederholt von Jäger-Sammler- und Hirten-Gruppen seit dem späten Paläolithikum (vor ca. 27.000 Jahren) bis zur Eisenzeit (vor ca. 2000 Jahren) besiedelt wurde. Unter dem Mikroskop werden Muschelkrebsschalen und Schnecken aus den Seesedimenten ausgelesen.
Fotos: M. Krainov (Sibirische Abteilung der Russischen Akademie der Wissenschaften, Irkutsk, A.P. Vinogradov-Institut für Geochemie), P. Olschewski (DAI Eurasien-Abteilung)

ESSEN IN EINER WELT IM WANDEL

Mensch, Klima und Landschaft in Nordostasien

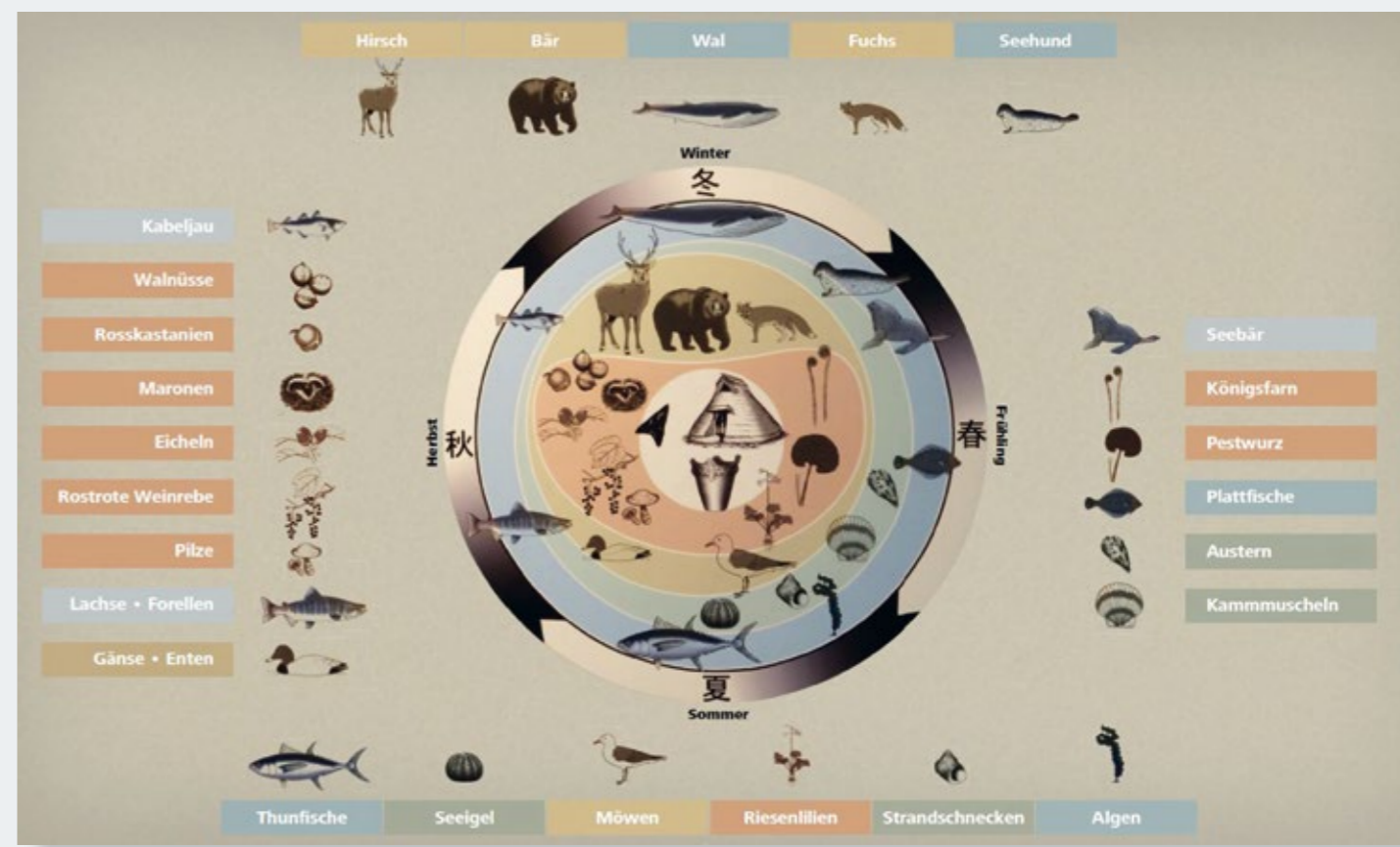
Die gezielte Auswahl aus einem regionalen und lokalen Spektrum sowie die Praktiken und Geräte für die Entnahme und Zubereitung von Nahrung gehören zum kulturellen Erbe von Gesellschaften und zum Kern ihrer Identität. Essen ist die unmittelbarste Verbindung des Menschen mit seiner Umwelt und über sie zu Landschaft und Klima. Wo sich aber Lufttemperatur und Niederschlagsmenge dauerhaft ändern, wo Flüsse versiegen und Seen austrocknen, oder wenn mehr Ströme die Seen vergrößern, Steppen in Moore umformen und der Meeresspiegel steigt, dann müssen viele Pflanzen- und Tiergemeinschaften anderen weichen, die besser unter den neuen Bedingungen gedeihen. Für die Menschen bedeutet das Druck – entweder bleiben und die Ernährung auf andere Ressourcen umstellen, oder die Heimat verlassen und dorthin migrieren, wo es die gewohnte Pflanzen- und Tierwelt noch gibt oder sie sich anbauen lässt. Beide Optionen verändern die Gesellschaften, mitunter sogar das Sozialgefüge einer Großregion.

Nordostasien – das Gebiet der Russischen Föderation östlich des Urals, der Norden Chinas und Japans – ist sowohl aus Sicht der Kulturgeschichte Eurasiens als auch für das Verständnis des globalen Klimawandels eines der interessantesten Studiengebiete. Denn die Dynamik von Mensch, Landschaft und Klima hier hatte Auswirkungen, die alle Gesellschaften des Kontinents betrafen. Mit dem Ende

der Eiszeit veränderte sich die Region von Grund auf: der Meeresspiegel stieg vor etwa 18.000 bis 8000 Jahren um ca. 120 Meter auf sein heutiges Niveau. Zunehmender Niederschlag sammelte sich in mehr Sümpfen, Seen und Flüssen und ließ Wälder anstelle eiszeitlicher Gräser und Kräuter wachsen. Die Mammutfauna verschwand, die Eiszeit-Jäger mussten ihre Lebensroutinen ändern. Sie diversifizierten ihre Nahrungsgrundlagen, wandten sich aquatischen Ressourcen zu und erfanden vermutlich für deren Verarbeitung vor 16.000 bis 13.000 Jahren die ersten Keramikgefäße.

In Nordchina wurde vor ca. 7800 Jahren Rispen- und Kolbenhirse domestiziert und ihr Anbau schrittweise in der ganzen Region übernommen. Vor etwa 4600 Jahren kamen die westasiatischen Domestikate Weizen, Gerste, Rind und Schaf sowie Ziege dazu. Feldbau und Weidewirtschaft dehnten sich aus, die Bevölkerungsdichte nahm zu, Staaten entstanden.

Für Nordostasien haben wir gegenwärtig aber nur ein grob gerastertes Bild von den Prozessen und kausalen Zusammenhängen von Klima-, Landschafts- und Ernährungswandel. Was fehlt, und worum es in den aktuellen Groundcheck-Forschungen dort geht, sind Studien zur Saisonalität und Quantität der entscheidenden Klimaparameter wie Temperatur und Niederschlag: Informationen, die wir z.B. aus den Resten von Pflanzen, Zuckmücken (Chirono-



NAHRUNGSSPEKTRUM DER BEWOHNER VON HOKKAIDO (JAPAN)
nach Anpassung an aquatische Ressourcen in der Jomon-Zeit (15.000-2300 Jahre v. h.).
Grafik: nach einer Schautafel im Jomon-Zentrum Hakodate,
Konzept: T. Kobayashi, Bearbeitung: Ö_Konzept, S. Möller, M. Wagner, DAI Eurasien-Abteilung

miden), Muschelkrebsschalen (Ostrakoden), Kieselalgen (Diatomeen) 'auslesen' können. Zusätzlich gilt es zu prüfen, in welchem Maße und wann die Menschen z.B. durch Feuer die Verbreitung von Wäldern begrenzten und aktiv in die Landschaftsentwicklung eingriffen. Der See Ochaul in Sibirien bietet dafür die besten Voraussetzungen. In den Seesedimenten sind Zeugen der Klimageschichte der letzten 33.000 Jahre abgelagert und sein Ufer wurde mehrfach seit dem späten Paläolithikum bis zur Eisenzeit von Jäger-Sammler- und Hirten-Gruppen besiedelt. Mit genaueren Arten- und Altersbestimmungen von Pflanzen- und Tierresten sollen im Rahmen des Groundcheck-Projekts zur Ernährung in Nordostasien neue Chronologien des Wandels für einige Mikroregionen vorgelegt und die Entscheidungen der Menschen für bislang wenig bekannte alte Speisekulturen Nordostasiens vorgestellt werden.

Mayke Wagner (DAI Eurasien-Abteilung) führt gemeinsam mit Jana Gliwa, Stefan Lauterbach und Pascal Olschewski das Groundcheck-Projekt „Essen in einer Welt im Wandel: Mensch – Klima – Landschaft in Nordostasien“ durch. Weitere Informationen und Hintergründe zu diesen Forschungen auch online unter:
<https://www.dainst.org/projekt/-/project-display/4698065>



**ZAHLREICHE FUNDE FRÜHMITTEL-
ALTERLICHER HOLZBRUNNEN**
weisen nicht nur auf eine zunehmende
Abhängigkeit von Grundwasserreserven
in dieser Zeit hin. Die erhaltenen Hölzer
erlauben auch weitere Aussagen zur
Datierung und den vorherrschenden
Umweltbedingungen (hier ein Befund
aus Sermersheim, Frankreich.)
Foto: Mit Dank an und freundlicher
Genehmigung durch É. Peytremann, Inrap



**DIE AUS ARCHÄOLOGISCHEN
HOLZFUNDEN ENTNOMMENEN,
GERADE EINMAL 15 MILLIMETER
STARKEN BOHRKERNE** geben in der
weiteren Untersuchung im Labor wichtige
Informationen zum Wachstum der dort
verarbeiteten Bäume preis – und erlauben
so indirekt auch Aussagen zu Klima- und
Umweltbedingungen jener Zeit.
Foto: D. Balanzategui, DAI Zentrale

UMWELTKRISE UND VÖLKERWANDERUNG?

Wasserknappheit und gesellschaftliche Dynamik im 4. Jahrhundert n. Chr.

Dendrochronologie und Dendroklimatologie sind dann besonders effektiv, wenn klimatische, ökologische und kulturelle Informationen aus Zeiten gefragt sind, für die es keine direkten instrumentellen Messungen oder Aufzeichnungen gibt. Anhand von Jahrringanalysen werden sog. Proxydaten produziert, die den zeitlichen Verlauf des Klimas und der Gesellschaftsdynamik widerspiegeln. Mit dem Ziel, den zeitlichen Verlauf von Klima und Gesellschaftsdynamik in den Jahren 200 bis 350 n. Chr. näher zu beleuchten, wurden für das Groundcheck-Projekt zur Umweltkrise im 4. Jahrhundert n. Chr. in Norddeutschland daher Proben von lebenden Eichen, subfossilem Holz und archaischem Bauholz untersucht. Damit soll der Frage nachgegangen werden, ob in jener der sog. Völkerwanderung unmittelbar vorausgehenden Periode nachweisbare Umweltveränderungen Einfluss auf die Lebensbedingungen der Menschen hatten und womöglich als einer der Auslöser dieser Migrationsbewegung betrachtet werden müssen. Das untersuchte archaische Holzmaterial stammt aus dem DAI Dendro-Archiv, das in den letzten drei Jahrzehnten von Dr. Karl-Uwe Heußner aufgebaut wurde. Im Gegensatz zu heute hauptsächlich bewirtschafteten Kiefernwäldern wurden die Wälder des europäischen Tieflandes im hier erforschten Zeitraum von Eichen dominiert, die auch die wichtigste Bauholzquelle der damaligen Bewohner darstellten. Bei der

Untersuchung der Eichenproben, die bis ins 8. Jahrtausend v. Chr. zurückreichen, fielen große Unterschiede in den ermittelten Fälldaten während des 3. und 4. Jahrhunderts n. Chr. auf. Dies spricht für einen sich in dieser Zeit ändernden Holzbedarf und damit vermutlich auch eine veränderte Siedlungsaktivität in der Region. Aus der Häufigkeit der Fälldaten lassen sich wichtige Informationen zur Siedlungstätigkeit ablesen, die im 1., in der Mitte des 2. und im 4. Jahrhundert n. Chr. abzunehmen scheint. Im 6. Jahrhundert n. Chr. schließlich kommt es gar zu einer langen Unterbrechung. Die große Zahl an Brunnenfunden aus der Zeit zwischen 250 und 350 n. Chr. weist darüber hinaus auf eine zunehmende Abhängigkeit von Grundwasserreserven hin. Daneben können diesen Befunden mit dendroklimatologischen Methoden auch Klimasignale entlockt werden. Allerdings hat sich herausgestellt, dass die Jahrringbreitenserien der norddeutschen Tieflandstandorte nur schwach mit Klimadaten korrelieren. Um das archaische Holz der DAI-Sammlung besser nutzen zu können, wurden im Rahmen des Groundcheck-Projekts die stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope der Jahrringe gemessen und mit wichtigen meteorologischen Variablen wie Sonnenlicht, Temperatur, Feuchtigkeit und Wind korreliert. Darauf aufbauend konnte zum ersten Mal das Klima im Frühjahr und Sommer der Jahre von 200 bis 350 n. Chr. rekonstruiert werden.

Erste Erkenntnisse aus dieser Studie über Siedlungstätigkeit und Klimavariabilität in Norddeutschland deuten auf zwei große Trendumkehrungen in der Siedlungstätigkeit mit Wendepunkten um 240 und 350 n. Chr. hin. Perioden extremer atmosphärischer Bedingungen in den 200er und frühen 300er Jahren haben offenbar zu erheblichem Wasserstress für die Pflanzen geführt. Solche Anomalien konnten sich verheerend ausgewirkt und z.B. Ernteerträge beeinträchtigt haben. Ein drastischer Rückgang der Getreidevorräte hat insbesondere in den Jahren 265 bis 285 n. Chr. möglicherweise gar zu Hungersnöten geführt. Zur gleichen Zeit sehen wir eine Zunahme von Brunnenbauhölzern, wie sie zu keinem anderen Zeitpunkt zwischen 100 v. Chr. und 700 n. Chr. zu beobachten ist. Als menschliche Reaktion auf die Wasserknappheit interpretiert, liefern diese Ergebnisse Hinweise auf Veränderungen im zeitlichen Verlauf des Klimas – und zu gesellschaftlicher Dynamik. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, ob es tatsächlich einen kausalen Zusammenhang zwischen der ungünstigen Abfolge von Umweltereignissen und jenen gesellschaftlichen Veränderungen gab, die ab dem 3. Jahrhundert n. Chr. in der Migration verschiedener germanischer Gruppen in das römische Reich mündeten.

Ingo Heinrich, Daniel Balanzategui, Karl-Uwe Heußner, Alexander Janus, Philipp von Rummel (DAI Zentrale) und **Gerhard Helle** (GFZ Potsdam) arbeiten und forschen zusammen im Groundcheck-Projekt „Environmental Crisis in the 4th Century CE“. Weitere Informationen dazu auch online unter: <https://www.dainst.blog/groundcheck/environmental-crisis-in-the-4th-century-ce>

KULTURGÜTER IN GEFAHR

Immer stärker wird das kulturelle Erbe der Menschheit auch von den Folgen aktuellen Klimawandels bedroht: Erosion, Stürme, Starkregen und Überschwemmungen, anhaltende Hitzeperioden und steigende Meeresspiegel führen schon jetzt zu unwiederbringlichem Verlust an vielen dieser einmaligen Stätten und Archive.

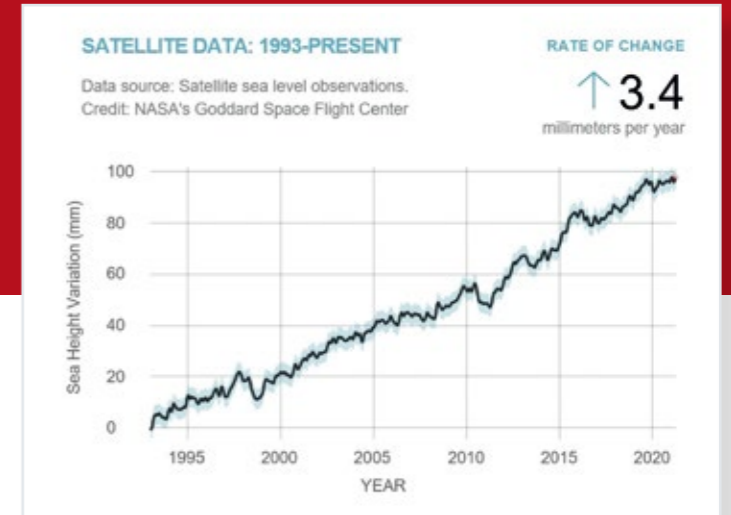
EROSION INFOLGE TAUENDER PERMAFROSTBÖDEN

führt zunächst zur Freisetzung, schließlich aber auch dem Verlust früherer indigener Siedlungsspuren bei Paypelghak (Tschukotka, Russland).

Foto (mit herzlichem Dank für die Überlassung der Abbildung):
K. Dneprovskij, Staatliches Museum für Orientalische Kunst, Moskau



ENTWICKLUNG DER MEERESSPIEGELHÖHE zwischen 1993 und 2021 auf Grundlage von Satellitenbeobachtung. Grafik: NASA, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level>, Public Domain.



Groundcheck verknüpft deshalb Forschungen zu Umwelteinflüssen und Klimawandel der Vergangenheit mit der Schaffung von Perspektiven zum Schutz derart bedrohter Kulturgüter für die Gegenwart. Um aktiv und schnell zum Erhalt gefährdeter Kulturerbes in Krisensituationen weltweit beitragen zu können, entwickelt das DAI derzeit gemeinsam mit Technischem Hilfswerk und Römisch-Germanischem Zentralmuseum in Mainz den KulturGutRetter-Mechanismus.

Wie fragil das Klimagefüge unseres Planeten ist, zeigt sich nirgends deutlicher als in besonders empfindlichen Regionen wie der Arktis. Dort sind die Temperaturen zuletzt doppelt so schnell gestiegen wie in unseren Breiten. Wo das Eis zurückgeht, wird Erosion beschleunigt. Wo Gletscher schmelzen, sind archäologische Denkmäler nicht nur von Zerstörung, sondern auch durch Plünderung bedroht. Zwar verdanken wir den Permafrostbedingungen regelmäßig spektakulär erhaltene auch organische Funde, die anderenfalls selten überliefert sind. Unter dem Einfluss steigender Temperaturen aber vermehrt sich dieses Fundaufkommen in einer Geschwindigkeit, dass ihm kaum mit konservatorischen Mitteln beizukommen ist.

Bereits um 2030 werde sich die Erderwärmung bei derzeitiger Entwicklung auf 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter summiert haben, hält der Weltklimarat IPPC in seinem

jüngsten Bericht fest. Schmelzende Gletscher und Eisschilde werden den Meeresspiegel weiter ansteigen lassen, zuletzt um etwa 3,4 mm jährlich. Und damit doppelt so schnell wie im vergangenen Jahrhundert. Die Nähe zum Wasser, in der Vergangenheit entscheidender Vorteil für die Entstehung und Versorgung menschlicher Ansiedlungen, kehrt sich angesichts steigender Meeresspiegel und zunehmender Extremwetterereignisse in eine Bedrohung für archäologische Stätten um. Groundcheck erschließt daher nicht nur Klimadaten aus der Vergangenheit, sondern erlaubt auf deren Grundlage auch langfristiges Monitoring und Risikobewertung von Klimafolgen für archäologische Stätten und Denkmäler.

Hatte beispielsweise die antike griechische Kolonie Emporion (Ampurias) einst als bedeutender Hafen von der exponierten Lage an der heutigen spanischen Mittelmeerküste profitiert, wurde die Region zuletzt von heftigen Sturmfluten betroffen. Die beeindruckenden Zeugnisse früher neolithischer Bauern und Fischer auf den Orkney-Inseln vor der schottischen Küste sind zunehmend von Küstenerosion bedroht und versinken buchstäblich im Meer. Und in Mikronesien im westlichen Pazifik drohen tropische Stürme küstennahe Bauten fortzuspülen, die ein wichtiges Zeugnis der komplexen Besiedlungsgeschichte zahlreicher Felsinseln der Region im 1. und 2. Jahrhundert n. Chr. sind.

PERMAFROST

Von Permafrostgebieten spricht man in Regionen, in denen die Böden mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre durchgängig gefroren sind. Solche Permafrostböden bilden sich in Gegenden mit geringen Niederschlägen und unter dem Gefrierpunkt liegenden Temperaturen. Gut ein Viertel der Erdober-

fläche wird allein in den Polargebieten und Gebirgen der nördlichen Hemisphäre derzeit von Permafrost-Regionen eingenommen. Noch, muss man anfügen, denn unter dem Einfluss von Klimawandel und globaler Erwärmung ist ein Rückgang dieser Flächen zu beobachten. Immer öfter tauen Permafrostböden inzwischen zeitweilig oder gar dauerhaft auf. Dann werden Bodenbakterien aktiv

und biochemische Prozesse in Gang gesetzt, die zur Zersetzung organischen Materials führen, darunter auch im Boden konservierte archäologische Funde. Dies führt außerdem zur Freisetzung großer Mengen Kohlendioxid und Methan – die wiederum selbst zur Erderwärmung beitragen. Auch in Deutschland gibt es auf der 2962 m hohen Zugspitze ein alpines Permafrostgebiet.



KONSERVIERUNGSMASSNAHMEN AN DER EANNA-ZIKKURAT IN URUK (IRAK):

Neue, in den Maßen der ursprünglichen Ziegel gefertigte Lehmsteine unterstützen das Mauerwerk.

Foto: I. Wagner, DAI Orient-Abteilung



RETTUNGSGRABUNG IM OSTSEKTOR DER ANTIKEN STÄTTE VON AMPURIAS BEI STURMFLUT IM NOVEMBER 2019.

Wie ein Wellenbrecher fungiert die landwärtige Mauer des römischen Hafens im Zentrum. Foto: P. Castanyer, MAC Empúries

AMPURIAS, OSTSEKTOR. Das rote Rechteck zeigt den akut von mariner Erosion bedrohten Bereich der griechischen Erstbesiedlung. Bei der massiven Struktur davor handelt es sich um die Reste der römischen Hafenmauer, die ebenfalls vom Meer abradert werden. Foto: S. Font, MAC Empúries



Mit wachsender Entfernung zur Meeresküste nimmt die Gefährdung archäologischer Stätten keineswegs ab. Auch in der Wüste können Umwelteinflüsse verheerende Auswirkungen auf die antike Bausubstanz zeigen. Wanderdünen breiten sich aus, verfüllen und überlagern die Denkmäler. Sand und Wind wirken wie Schleifpapier, polieren steinerne Oberflächen und beschädigen, wie z.B. in der Pyramidennekropole von Meroë im östlichen Sudan, dort angebrachte Reliefs. Ebenso tragen Erosion und Bodenversalzung zum Verfall bedeutsamer Denkmäler bei, so u.a. der empfindlichen Lehmziegelarchitektur aus dem 4. Jahrtausend v. Chr. in Uruk im heutigen Irak und anderer Stätten in ariden Regionen.

Groundcheck stellt sich dieser Herausforderung und schafft mit der systematischen Dokumentation gefährdeter Stätten und Monumente eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung möglicher Schutzmaßnahmen. Die Erforschung unserer eigenen Geschichte kann nicht ohne Bemühungen zum Schutz der kulturellen und biologischen Vielfalt dieses Planeten gedacht werden. Wenn wir nicht in der Lage sind, diese Stätten zu erhalten, verlieren wir nicht nur unsere wichtigsten Quellen für einen Blick in die Vergangenheit. Wir würden diesen Blick auch künftigen Generationen verwehren.

ZUNEHMENDE EXTREMWETTEREREIGNISSE:

Im Januar 2020 setzten durch Sturmtief Gloria ausgelöste heftige Sturmfluten auch der archäologischen Stätte von Ampurias an der Küste Spaniens zu.

Foto: P. Castanyer, MAC Empúries



AMPURIAS, SPANIEN

Landschaftsentwicklung in Vergangenheit – und Zukunft

Die nordostspanische Mittelmeerlandschaft am Golf von Rosas steht im Fokus des Groundcheck-Projekts der Madrider Abteilung des DAI mit dem Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries und Universitäten des In- und Auslandes. Dort gründeten Griechen um die Mitte des 6. Jahrhunderts v. Chr. die westlichste ihrer Kolonien. Bezeichnend für die wirtschaftlichen Prioritäten gaben sie ihr den Namen ‚Emporion‘. Die Einzigartigkeit der archäologischen Stätte, die seit Beginn der Ausgrabungen im Jahr 1907 großes internationales Interesse erweckt und nun jährlich über 150.000 Besucher anzieht, wird durch Neufunde kontinuierlich bekräftigt. Doch dieses einzigartige kulturelle Erbe droht dem Klimawandel zum Opfer zu fallen. Das Areal der Erstbesiedlung liegt nur wenig über dem Niveau des Meeresspiegels; der heutige Strand schließt unmittelbar daran an und die Ruine wird bei Sturmflut erreicht.

Das führte im November 2019 zu einer mit Unterstützung des DAI ermöglichten Rettungsgrabung am Strand von Ampurias. Dabei konnten gerade noch rechtzeitig Reste von Häusern der ersten griechischen Siedler dokumentiert werden, die nach einer Sturmflut teilweise freilagen und damit der Meereserosion ausgesetzt waren. Die interdisziplinäre Auswertung der Funde und Befunde dieser Grabung im Rahmen des Groundcheck-Projekts „Ampurias‘ Future – Learning from the Past“ verdeutlicht, was hier für immer verloren zu gehen droht: Vom letzten Drittel des 6. Jahrhunderts v. Chr. bis in römische und spätantike Zeit reichen die freigelegten Spuren. Über 27.000 Fragmente keramischer Gefäße zeugen von Handelsverbindungen über die Mittelmeerküste der Iberischen Halbinsel bis Nordafrika, Sizilien, Süditalien, nach Griechenland und in die heutige Türkei.

Die Gefährdung dieses und weiteren kulturellen Erbes durch den steigenden Meeresspiegel wird in den kommenden Jahren voraussichtlich zunehmen. Dazu kommt die prognostizierte Zunahme von Sturmfluten, weshalb der Erosionseffekt für die Küste von Ampurias dramatisch sein wird. Das zeigte die Sturmflut vom 19.-23.01.2020:

Ostwinde mit Spitzengeschwindigkeiten von fast 80 km/h (9 Beaufort) generierten bis 7 m hohe Wellen, die an der Küste senkrecht aufliefen und dabei archäologische Strukturen erodierten und andere freilegten. Der durch den Klimawandel erhöhte Meeresspiegel und die Zunahme starker Sturmfluten werden in Ampurias insbesondere die küstennahen Bereiche unwiederbringlich zerstören. Daher sind die sorgfältige Dokumentation des noch vorhandenen Kulturgutes durch Ausgrabung und interdisziplinäre Forschung sowie ein regelmäßiges Monitoring der Küstenerosion unerlässlich. Im Rahmen von Groundcheck ist das Ampurias-Projekt als retrospektive und prospektive Studie zu den Veränderungen des Meeresspiegels und des Klimas angelegt. Die Rekonstruktion der ehemaligen und zukünftigen Landschaft zeigt dramatische Küstenveränderungen. Dabei dient die Retrospektive auch als Schlüssel für die Abschätzung der Folgen bis 2100 vor dem Hintergrund der bisherigen Meeresspiegelentwicklung seit der Erstbesiedlung im 6. Jahrhundert v. Chr. Ziel ist über die wissenschaftlichen Ergebnisse Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft gleichermaßen zu berücksichtigen und einen nachhaltigen Beitrag zur Schärfung des kulturellen und ökologischen Verantwortungsbewusstseins zu leisten. Das Schicksal von Ampurias stellt keinen Einzelfall dar. Der Klimawandel bedroht viele archäologische Stätten, insbesondere an Küsten gelegene.

Dirce Marzoli (DAI Madrid), **Pere Castanyer** (MAC Empúries) und **Helmut Brückner** (Universität zu Köln) kooperieren gemeinsam im Groundcheck-Projekt „Ampurias‘ Future – Learning from the Past. Meeresspiegelentwicklung und Klimawandel von 5.500 v. Chr. bis 2.100 n. Chr.“

Weitere Informationen dazu auch online unter:

<https://www.dainst.blog/groundcheck/ampurias-future-learning-from-the-past>



DIE REPUBLIK PALAU BESTEHT AUS ÜBER 350 INSELN, darunter hunderte kleiner Karstinseln – die sog. Rock Islands. Viele der dortigen küstennahen archäologischen Strukturen sind heute von Tropenstürmen und steigendem Meeresspiegel bedroht. Foto: Chr. Hartl-Reiter, DAI KAAK

PALAU, MIKRONESIEN

Klimabedingte Migrationen damals, klimafährdete Archäologie heute

Ozeanien ist eine der Weltregionen, in der sich die Auswirkungen des Klimawandels besonders stark bemerkbar machen (werden). Die Republik Palau in Mikronesien bildet hier keine Ausnahme. Die vielgestaltige palauische Inselwelt mit hohen vulkanischen Inseln, niedrigen Atollen und einer Vielzahl kleiner Karstinseln ist in ganz unterschiedlicher Weise von zunehmenden Extremwetterereignissen und steigendem Meeresspiegel betroffen. Dies gilt auch für archäologische Monumente, die in einer stark vom Austausch zwischen den Inseln geprägten Gesellschaft in vielen Fällen direkt an der heutigen Wasserlinie liegen.

Die Republik Palau besteht aus über 350 Inseln. Die größte, Babeldaob, ist vulkanischen Ursprungs und wurde ab spätestens 500 v. Chr. intensiv durch den Menschen überformt. Unzählige monumentale Erdwerke dominieren die Landschaft und zeugen von ehemals hoher Bevölkerungsdichte. Doch der Großteil des Inselstaates besteht aus hunderten sogenannter Rock Islands: kleinen Karstinseln, die dicht mit tropischer Vegetation bewachsen sind.

In einer Zeit starker Klimaveränderungen zwischen der sog. Mittelalterlichen Warmzeit (MWZ, ca. 800–1300 n. Chr.) und der Kleinen Eiszeit (KEZ, ca. 1400–1800 n. Chr.), lässt sich ein deutlicher Wandel im archäologischen Befund Palaus nachweisen. Während der MWZ werden die monumentalen Erdwerke der großen Insel Babeldaob nahezu vollständig aufgegeben. Gleichzeitig nimmt in dieser Zeit die Besiedlung auf den Rock Islands zu: befestigte Steindörfer mit Hausplattformen, gepflasterte Wege, Bootsrampen und Brunnen werden angelegt. Deponien mit Resten von Meerestieren zeigen, dass marine Ressourcen eine wichtige Rolle in der Subsistenz einnahmen. Bestehende Verbindungen zu den großen vulkanischen Inseln lassen sich anhand von importierter Keramik und Lithik belegen.



IM RAHMEN VON GROUND CHECK werden die noch erhaltenen Befunde und Strukturen, wie solche halb im Wasser liegende Steinplattformen zwischen zwei Rock Islands, erfasst und dokumentiert.

Foto: A. Kühlem, CAU Kiel

Während der Kleinen Eiszeit lässt sich dann das Gegenteil nachweisen: Die Siedlungen auf den Rock Islands werden aufgegeben und die Menschen siedeln wieder auf den großen Vulkaninseln. Als Ende des 18. Jahrhunderts die ersten Europäer in Palau landeten, waren die kleinen Karstinseln bis auf wenige Ausnahmen verlassen. Beide Phänomene, die Besiedlung und die Aufgabe der Rock Islands, werden als Konsequenzen der Klimaveränderung interpretiert: die Verschiebung der innertropischen Konvergenzzone hatte offenbar starke Auswirkung auf Regenfälle und Dürreperioden.

Veränderte Klimabedingungen führten also einst erst zur Besiedlung und dann zum Verlassen der Rock Islands. Heute sind die archäologischen Hinterlassenschaften der ehemaligen Inselbewohner vom Klimawandel bedroht. Viele küstennahe Strukturen sind akut durch zunehmende Extremwetterereignisse wie Starkregen und Tropenstürme, und mittelfristig durch steigende Meeresspiegel gefährdet.

Anette Kühlem (CAU Kiel) – ist Kooperationspartnerin im Groundcheck-Projekt „Documentation of At-Risk Archaeological Sites on the Rock Islands of Palau“ unter der technischen Leitung von Christian Hartl-Reiter (DAI KAAK), in dem besonders bedrohte Standorte identifiziert und gefährdete Strukturen dokumentiert werden sollen.

Weitere Hintergründe zum Forschungsprojekt finden sich online unter: <https://www.dainst.blog/groundcheck/documentation-of-monuments-in-palau-threatened-by-climate-change>



BEDROHTES KULTURERBE

DOKUMENTATION VON SIEDLUNGSSPUREN FRÜHERER INDIGENER GRUPPEN BEI PAYPELGHAK (Tschukotka, Russland). Im Permafrost konservierte archäologische Funde sind zunehmend von Klimawandelfolgen wie steigenden Temperaturen bedroht. Foto: (mit herzlichem Dank für die Überlassung der Abbildung): K. Dneprovskij, Staatliches Museum für Orientalische Kunst, Moskau

SIBIRIEN, ARKTIS

Zwischen Entdeckung und Verlust

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts haben sich die globalen Durchschnittstemperaturen um $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ erwärmt. In der Arktis jedoch sind die Temperaturen etwa doppelt so schnell gestiegen wie in den mittleren Breiten, ein Phänomen, das als Arctic Amplification (Arktische Verstärkung) bekannt ist. Inzwischen werden im arktischen Sommer im Akkord Rekordtemperaturen gemessen – zuletzt im Juni 2020 mit 38°C .

Über Jahrtausende haben sich Menschen in den hohen Breiten angesiedelt und an die Umweltbedingungen der Arktis angepasst. Davon zeugen über 180.000 bekannte archäologische Fundstellen, die von den sensationellen Erhaltungsbedingungen im Permafrost profitiert haben. Infolge des Klimawandels und zunehmender globaler Erwärmung aber drohen viele dieser archäologischen Archive nun unwiederbringlich verloren zu gehen. Steigende Luft- und Wassertemperaturen setzen biologische Prozesse in Gang, die zum raschen Verfall organischer Funde führen. Erosion und veränderte Strömungsverhältnisse in nun länger offenen Gewässern bedrohen küstennahe Fundplätze arktischer Fischerkulturen. Das nicht zuletzt auch aus diesen Gründen in den vergangenen Jahren verstärkte Forschungsinteresse an diesen Befunden hat zahlreiche neue Erkenntnisse zur frühesten Geschichte menschlicher Anwesenheit in der Arktis erbracht. Herausragende verzierte Elfenbeinobjekte aus dem arktischen Sibirien zeigen, dass sich bereits vor 31.000 Jahren paläolithische Jäger weit im Norden angesiedelt hatten und diese nur scheinbar abgelegene Region ein globaler Kulturraum mit weitreichenden Verbindungen war. Der mit dieser Erschließung verbundene hohe Grad an Mobilität zeigt sich auch unter den archäologischen und archäozoologischen Befunden. Der Nachweis für Schlittenhunde beispielsweise reicht auf der Zhokov-Insel (Jakutien) mindestens 9.000 Jahre zurück, neuere Funde von Skiern und Schlitten datieren immerhin bis in das 8. Jahrtau-

send v. Chr. Solche und andere Zeugnisse einer frühen Besiedlung der Arktis aber drohen angesichts globaler Erwärmung und sich ändernder Umweltbedingungen zu verschwinden noch bevor sie in ihrer Bedeutung wirklich erkannt und erforscht werden können. Die hohe Aktualität dieser Auseinandersetzung bestimmt nicht nur die Agenda der Groundcheck-Klimaforschungsprojekte. Sie soll auch im Zentrum einer im Staatlichen Museum für Archäologie Chemnitz (smac) geplanten Ausstellung mit dem Titel „Auf dünnem Eis. Arktisches Kulturerbe“ stehen, die von Herbst 2023 bis Frühjahr 2024 zu sehen sein und derzeit gemeinsam mit der Eurasien-Abteilung des DAI organisiert wird. Eine internationale Tagung zur inhaltlichen Vorbereitung dieser Ausstellung führte jüngst in den Kulturraum Arktis ein und präsentierte den aktuellen Stand der archäologischen Forschung. Dabei soll sich die Diskussion jedoch nicht allein in der Beschreibung des Status quo erschöpfen, sondern auch die Gelegenheit bieten, das archäologische Erbe der Arktis ins Bewusstsein von Forschung und Öffentlichkeit zu rücken. Angesichts verschwindender historischer Archive gilt es, gerade auch unter Einbeziehung betroffener indigener Perspektiven, Strategien zur Erforschung und Erhaltung dieses globalen Kulturerbes zu beraten.

Svend Hansen und **Sabine Reinhold** (DAI Eurasien-Abteilung) führen im Rahmen des Groundcheck-Programms Forschungen in Sibirien durch und bereiten gemeinsam mit dem Staatlichen Museum für Archäologie Chemnitz die Ausstellung „Auf dünnem Eis. Arktisches Kulturerbe“ vor, die unlängst durch eine internationale Tagung zur Arktischen Archäologie eingeleitet wurde: https://www.smac.sachsen.de/fortbildungen-Info_Arktische_Archaeologie_Tagung.html

DIE KULTURGUTRETTER SOLLEN AUF ANFRAGE WELTWEIT SCHNELLE UNTERSTÜTZUNG BEI DER NOTSICHERUNG UND ERSTVERSORGUNG VON BESCHÄDIGTEM KULTURGUT LEISTEN.

Illustrationen: DAI, InfografikPro



BEDROHTES KULTURERBE

DIE KULTURGUTRETTER

Ein Mechanismus für die schnelle Hilfe zum Schutz und Erhalt von Kulturerbe in Krisensituationen

Naturereignisse mit katastrophalen Folgen sind aus jüngster Zeit allzu viele bekannt. Durch Dürre begünstigte Waldbrände ebenso wie Wirbelstürme, Erdbeben oder durch Starkregenereignisse ausgelöste Hochwasser. Nicht zuletzt die jüngsten Flutkatastrophen in Mitteleuropa haben gezeigt, wie sehr alle Regionen der Erde den Naturgewalten ausgeliefert sind. Hinzu kommen weitere durch Mensch und Technik verursachte Havarien mit teils langfristigen Auswirkungen auf ganze Ökosysteme.

Neben den massiven Folgen für Mensch und Umwelt ist fast immer auch kulturelles Erbe in Form von musealen Sammlungen, historischen Archiven, Baudenkmalern oder anderen, für die Bevölkerung sinnstiftenden Monumenten und Objekten betroffen. Ist Kulturgut durch eine Krise bedroht oder beschädigt, müssen schnell wirksame und nachhaltige Maßnahmen ergriffen werden, um Schlimmeres zu verhindern. Das Deutsche Archäologische Institut entwickelt daher seit 2019 zusammen mit der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), dem Römisch-Germanischen Zentralmuseum – Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie (RGZM) und weiteren Partnern im Archaeological Heritage Network (ArcHerNet) das Projekt „KulturGutRetter (KGR) – Ein Mechanismus zur schnellen Hilfe für Kulturerbe in Krisensituationen“. Dabei werden die in Deutschland vorhandenen, vielfältigen Kompetenzen aus Wissenschaft und Technik in einem Team von Expertinnen und Experten zusammengebracht. Im Notfall soll so weltweit schnelle Unterstützung bei der Sicherung von Baudenkmalern sowie gegebenenfalls der Bergung und Erstversorgung von Objekten geleistet werden. Grundlegende Schritte hierbei sind immer die Dokumentation des

vorgefundenen Zustandes, eine Bewertung und Priorisierung von Schäden und Risiken sowie die Durchführung von Notmaßnahmen, zum bestmöglichen Erhalt geschädigten Kulturgutes.

Die modular konzipierten Bausteine des geplanten Mechanismus werden von den Partnern entsprechend ihrer jeweiligen Kompetenzen entwickelt und getragen. Neben der inhaltlichen Konzeption von Workflows für den Notfalleinsatz gehört dazu auch das Schulen von Expertinnen und Experten, um im Augenblick des Geschehens ein handlungssicheres und optimal zusammengestelltes Team in den Einsatz schicken zu können.

Voraussetzung für einen Einsatz der KulturGutRetter ist immer ein Hilfeersuchen des betroffenen Landes an die internationale Gemeinschaft. Es handelt sich um ein Verfahren, das sich bei der humanitären Katastrophenhilfe seit Jahrzehnten bewährt hat und innerhalb der Europäischen Union über den EU-Zivilschutz-Mechanismus in Brüssel koordiniert wird. Angedacht ist, dass die so ausgelösten KGR-Einsätze in Deutschland geplant und alle benötigten Informationen und Daten zentral zusammengestellt werden. Durch die Integration in die Logistik- und Einsatzabläufe des THW können Expertinnen und Experten sowie die benötigte Ausrüstung effizient und schnell an den Einsatzort gebracht werden. Im Anschluss an humanitäre Hilfsmaßnahmen gilt es vor Ort natürlich, die anstehenden Aufgaben gemeinsam mit lokalen Einsatzkräften anzugehen und umzusetzen.

Da im akuten Krisenfall in kurzer Zeit möglichst viel gerettet werden soll, braucht es standardisierte Arbeitsabläufe. Beschädigte Baudenkmalern werden durch Teams der KulturGutRetter began-

ALLE SCHÄDEN WERDEN DOKUMENTIERT, BEWERTET UND ERHALTUNGSMASSNAHMEN DURCHGEFÜHRT.

Illustrationen: DAI, InfografikPro

BEI KONSERVIERUNGSARBEITEN in Meroë (Sudan) konnten die KulturGutRetter-Module (hier bei der Nassreinigung von Objekten) bereits einem Praxistest unterzogen werden.

Foto: P. Wolf, DAI Zentrale



gen und systematisch anhand einheitlicher Mindeststandards dokumentiert. Schäden werden bewertet und priorisiert, so dass Fachleute die notwendigen Erhaltungsmaßnahmen durchführen können. Ist vor Ort befindliche Ausstattung gefährdet, muss diese, ebenso wie bewegliche Objekte oder Sammlungsstücke, fachkundig geborgen, vor Folgeschäden bewahrt und sicher zwischengelagert werden.

Für die Versorgung des mobilen Kulturgutes werden am RGZM Module eines mobilen Labors entwickelt, die für die unterschiedlichen Schritte der Notkonservierung einsetzbar sind. Sie bestehen aus leichten, normierten Grundelementen und sind schnell und einfach aufgebaut. Je nach Bedarf und Umfang eines Einsatzes werden sie miteinander verknüpft und erweitert. Die Expertinnen und Experten können so bei gleichbleibender Qualität unterschiedliche Arten von Kulturgut in Serie notkonservieren, dokumentieren und verpacken.

Alle Arbeitsschritte der KulturGutRetter müssen nachvollziehbar dokumentiert werden. Zusammen mit dem notversorgten Kultur-

gut und Empfehlungen für den weiteren Umgang werden alle entstandenen Daten an die zuständigen lokalen Institutionen übergeben. Die digitale Dokumentation kann in bestehende Register und Datenbanken integriert werden oder aber zum Aufbau nachhaltiger, digitaler Strukturen beitragen.

Die KulturGutRetter sollen im akuten Krisenfall aktiv werden. Für ein wirksames Krisenmanagement sind jedoch auch eine effektive Nachsorge und Krisenvorsorge von zentraler Bedeutung. Hier können die KulturGutRetter und das ArcHerNet auf der Expertise der Partner aufbauen und dazu beitragen, in allen Phasen einer Krise wirksame Unterstützung beim Schutz des kulturellen Erbes zu leisten.

Tobias Busen, Christoph Rogalla von Bieberstein und Katja Piesker (DAI Zentrale) entwickeln gemeinsam mit THW, RGZM und ArcHerNet den KulturGutRetter-Mechanismus. Weitere Informationen auch online unter:

<https://www.kulturgutretter.org>



GROUND CHECK

Kulturerbe und Klimawandel

“GROUND CHECK – CULTURAL HERITAGE AND CLIMATE CHANGE”

Unter diesem Titel fand bereits im vergangenen Jahr, zwischen dem 23.09. und 29.10.2020 eine von DAI und Archaeological Heritage Network mit Unterstützung des Auswärtigen Amts organisierte internationale Tagung statt. Im Rahmen von insgesamt sechs Online-Diskussionsrunden kamen weltweit tätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen und Institutionen zusammen, um aktuelle Forschungen zu vergangem und gegenwärtigem Klimawandel vorzustellen und über dessen Auswirkungen auf das kulturelle Erbe zu diskutieren. Dabei wurden auch viele der in diesem Heft thematisierten Fragestellungen und Forschungsprojekte angesprochen.

Die Video-Aufzeichnungen dieser Diskussionsrunden können online in der Mediathek des Archaeological Heritage Network abgerufen und angesehen werden:

<https://www.archernet.org/mediathek>

Auch in diesem Jahr konnten weitere Ergebnisse in Fachtagungen und öffentlichen Diskussionen vorgestellt werden. Im November und Dezember 2021 setzten sich zwei Veranstaltungen mit aktuellen Forschungen im Rahmen des Groundcheck-Programms auseinander.

Mit **“Groundcheck 2021 – Current research on Cultural Heritage and Climate Change Worldwide”** fand am 25.11.2021 die im vergangenen Jahr begonnene Online-Diskussionsreihe zu Klimaforschungen im Rahmen des Groundcheck-Programms eine Fortsetzung.

Am 02. und 03.12.2021 erfolgte unter dem Titel **“Back(bone) to the Future. Bioarchaeological perspectives on climate change and climate crisis”** außerdem die Vorstellung neuer Ergebnisse anthropologischer und weiterer archäobiologischer Groundcheck-Studien.

Weitere Informationen und Programme zu beiden Veranstaltungen finden sich auch online unter:

<https://www.dainst.blog/groundcheck/events>



Auswärtiges Amt



DEUTSCHES
ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT

ArchHerNet

Archaeological Heritage Network

IMPRESSUM

Sonderausgabe
Archäologie Weltweit
Magazin des Deutschen
Archäologischen Instituts

6. Jahrgang / 2021



HERAUSGEBER
Deutsches Archäologisches Institut
www.dainst.org

REDAKTION
Jens Notroff
www.dainst.org

**GESTALTERISCHES KONZEPT
SATZ UND LAYOUT**
Bauer+Möhring grafikdesign, Berlin
www.bauerundmoehring.de

DRUCK
Bonifatius GmbH Druck - Buch - Verlag
Karl-Schurz-Str. 26, 33100 Paderborn
www.bonifatius.de

VERTRIEB
Deutsches Archäologisches Institut
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Nicole Kehrer
Podbielskiallee 69-71 • 14195 Berlin
presse@dainst.de • www.dainst.org

Umschlagfoto:
**IM JANUAR 2020 SETZTEN DURCH STURMTIEF
GLORIA AUSGELÖSTE STURMFLUTEN DER
ARCHÄOLOGISCHEN STÄTTE VON AMPURIAS AN DER
KÜSTE SPANIENS HEFTIG ZU.** Die Ruinen der antiken
griechischen Hafenstadt werden im Rahmen des
Groundcheck-Programms untersucht und dokumentiert.
Foto: P. Castanyer, MAC Empúries

+++ Klima ++++++ Kulturerbe ++++
++++ Anthropozän ++++++ Klimaa
+++ Mensch ++++++ Innovation ++++

