

Bohrung belegt Klima-Stress für präkolumbianische Siedlungen

Im Südwesten der USA gibt es bis nach Mexiko hinein an vielen Stellen Relikte von Siedlungen, die z.T. bereits vor 2000 Jahren gegründet worden sind. Sie waren zum größten Teil weit vor der Ankunft der spanischen Invasoren verlassen worden [1]. Viele präkolumbianische Siedlungen in Mexiko wurden von den Spaniern zerstört, aber einige dieser Siedlungen waren auch schon früher aufgegeben worden. Über die Gründe besteht unter Wissenschaftlern keine Einigkeit, aber es müssen übergeordnete Auslöser gewesen sein, die die Bewohner einer so großen Region dazu veranlassten, zwischen 1050 und 1300 CE*) ihre zum Teil imposanten Siedlungen zu verlassen.

Eine international zusammengesetzte Forschergruppe um die Paläoklimatologin Tripti Bhattacharya von der Universität von Kalifornien in Berkley hat zur Klärung der Gründe wichtige Hintergrundinformationen herausgefunden [2]. In einer rund 12 m tiefen Bohrung, die 2007 in dem Maarsee Aljojuca in der Cuenca Oriental im mexikanischen Hochland durchgeführt worden war, sind Klimainformationen aus den letzten rund 6200 Jahren gespeichert. Sie belegen eine hohe Sedimentationsrate und damit eine gute Unterscheidbarkeit der einzelnen Schichten. Zu diesen Studien hat auch die **Klimaforscherin Ulrike Kienel** vom Geoforschungszentrum Potsdam beigetragen [3].



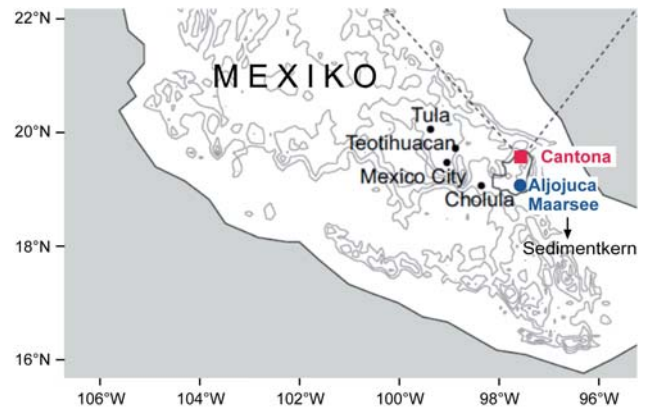
1 - Blick über den Maarsee Aljojuca, Mexiko (Quelle: U. Kienel, GFZ)

Klimaindikatoren in den Sedimenten

Hohe Sedimentationsraten, wie sie im Maarsee Aljojuca vorgefunden wurden, deuten auf feuchte Klimabedingungen hin. Nahe der Küste zum Golf von Mexiko und im Bereich des Sommermonsuns gelegen sind diese Sedimentationsbedingungen zu erwarten. Sie haben sich offensichtlich im Laufe der vergangenen 6000 Jahre nur wenig verändert. Allerdings kann in den erbohrten Sedimentschichten ein Zeitraum von 500 bis 1150 CE identifiziert werden, in dem die Niederschläge signifikant geringer waren als in den Jahren vorher und nachher.

Die Forscher nutzten dazu das Verhältnis der stabilen Sauerstoffisotope ^{18}O und ^{16}O in aus dem Wasser gefällten Karbonaten. In abflusslosen Seen kann daraus auf das Verhältnis von Verdunstung (E, Evaporation) und Niederschlag (P, Precipitation) geschlossen werden. Ein höherer Wert für $\delta^{18}\text{O}$ bedeutet daher einen Anstieg des E/P-Verhältnisses und damit ein Nachlassen der Sommermonsun-Niederschläge.

Auch der Anteil an Aluminium (chem. Al) in den Sedimenten kann zur Bestimmung von Klimaänderungen herangezogen werden. Ein hoher Anteil dieses Metalls deutet auf hohe Niederschläge hin, denn es stammt aus der Verwitterung von Al-haltigen Mineralen wie Feldspäten und Glimmern, wie sie in Tonmineralen vorkommen. Geringe Al-Gehalte des Sediments zusammen mit erhöhten $\delta^{18}\text{O}$ -Werten ergeben also für den Zeitraum von 500 bis 1100 eine trockenere Phase in diesem Teil des ostmexikanischen Hochlandes.



2 - Lage des Aljojuca-Maarsee und der präkolumbianischen Siedlung Cantona (Quelle: U. Kienel)

Zur Siedlungsgeschichte von Cantona

In der Nähe des Maarsees Aljojuca liegen mehrere ehemalige präkolumbianische Siedlungen. Das Forscherteam um Tripti Bhattacharya hat sich die Siedlung Cantona näher angesehen, da sie in relativer Nähe zum Maarsee liegt. Cantona war berühmt für den Handel mit Obsidian. Zu ihrer Blütezeit bedeckte die Siedlung eine Fläche von 12 km² und hatte vermutlich um die 90.000 Einwohner. Zwischen 900 und 1050 CE wurde sie verlassen [2].

Cantona war von 600 BCE^{*)} bis etwa 1050 CE bewohnt. Systematische Ausgrabungen lassen vier Besiedlungsphasen erkennen. (1) Zwischen 600 BCE und 50 CE wuchsen zwei kleinere Siedlungen zusammen. In dieser Zeit war das Klima relativ feucht. (2) Zwischen 50 und 600 CE wuchs die Siedlung stark und überdeckte am Ende eine Fläche von 1000 ha und hatte mehr als 60.000 Einwohner. Das Klima wurde in dieser Zeit trockener. Zum Ende dieser Periode wurden große Teile der Heiligtümer zerstört. (3) Obwohl es weiterhin trockener wurde, stieg die Bevölkerungszahl zwischen 600 und 900 CE weiter an. Um 700 CE hatte sie 90.000 Einwohner. Es wird angenommen, dass ein großer Teil dieses Zuwachses an Einwohnern durch Migration erfolgte, weil es vor allem im Norden von Cantona immer trockener wurde. (4) Die letzte Phase von Cantona zwischen etwa 900 und 1050 CE ist durch Niedergang geprägt, auch wenn die Stadt durch Befestigungsanlagen verstärkt wurde. Diese Zeit ist die trockenste Phase im Maarsee Aljojuca.

Indikatoren für die Klimabedingungen im 1. Jahrtausend CE

Mittelamerika liegt zwischen dem Pazifik auf der einen und dem Atlantik bzw. dem Golf von Mexiko auf der anderen Seite im nordäquatorialen Monsungürtel. Das Niederschlagsmuster wird also stark durch die Passatwinde geprägt. Trifft die feuchte Luft von der Karibik auf das mittelamerikanische Festland, kommt es vor dem Hochland im mexikanischen Osten zu Steigungsregen. Die Klimaaufzeichnungen in der Bohrung Aljojuca bezeugen einen Trend zu trockenerem Klima, der bereits im letzten Jahrhundert vor der Zeitenwende einsetzte und bis etwa 1100 CE anhielt. Sie bestätigen Ergebnisse aus anderen Regionen Mittelamerikas, z.B. von der Halbinsel Yucatán.

In diese Zeit fällt auch eine Eruption des Vulkans Rabaul auf Papua Neuguinea (536 CE), deren Auswirkungen weltweit zu spüren waren. Belegt ist für Mitteleuropa ein Jahr ohne Sonne, Missernten und Hungersnöte können auf diesen Vulkanausbruch zurückgeführt werden.

Ein weiterer klimabestimmender Faktor für die mittelamerikanische Region ist die Klima-Anomalie El Niño-Southern Oscillation (kurz ENSO genannt). Aus Eisbohrkernen aus den südamerikanischen Anden sind zwischen 500 und 600 CE El Niño-Ereignisse nachgewiesen worden, die in Südamerika zu sintflutartigen Regenfällen führten. Diese Phase hielt bis zur Mitte des 9. Jahrhunderts an. Auch für Mittelamerika bedeutet diese Klima-Anomalie eine Umkehr der üblichen klimatischen Bedingungen [5]. Warme Bedingungen über dem östlichen äquatorialen Pazifik führen im Südwesten der USA bis nach Mexiko hinein zu trockenen Sommern, während ein anormal warmer Nordatlantik erhöhte Regenfälle über Yucatan und Südmexico, aber weniger Regen über dem nördlichen Mexiko zur Folge hat [6].

Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen

Lang anhaltende Klimaveränderungen setzen Populationen unter Stress, vor allem dann, wenn die Phase der Prosperation zu einem starken Bevölkerungszuwachs geführt hat [1]. Probleme bei der Nahrungsmittelproduktion werden immer auch zu Problemen im Sozialgefüge führen. Insofern ist das Aussterben oder Verschwinden einer Population immer ein komplexes Ineinandergreifen von Bevölkerungszahl, Klima und Übernutzung der Ressourcen.

Interessant ist die Konzentration von Bevölkerungen in Stress-Zeiten, wie sie in Cantona, aber auch im Chaco Canyon New Mexicos zu beobachten ist. Die Siedlung Bandelier liegt im Einzugsbereich des Chaco Canyons. Sie war bei der Ankunft der Spanier noch bewohnt. Hier gibt es Ruinen, die stark an Lagerhäuser erinnern. War hier im Tal des Frijoles eine landwirtschaftliche Produktionsstätte für die Siedlung Pueblo Bonito im Chaco Canyon? Das würde bedeuten, dass die Menschen in die großen Siedlungen kamen, weil sie dort damit rechnen konnten, dass es noch Nahrung gab, die sozusagen in Satellitengärten produziert wurde.



4 - Lagerhäuser? im Tal des Frijoles Rivers in der Siedlung Bandelier (Foto: M. Huch)

*) CE = Current Era (n.Chr.), BCE = Before Current Era (v.Chr.)

Quellen:

- [1] Diamond, Jared: Collapse. How Societies Choose to Fail or Succeed. (Penguin Books 2005)
Jared Diamond. Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen. (Fischer-Taschenbuch 2006)
- [2] T. Bhattacharya, R. Byrne, H. Böhnelt, K. Wogau, U. Kienel, B.K. Ingram + S. Zimmerman (2015): Cultural implications of late Holocene climate change in the Cuenca Oriental, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1405653112 plus Supporting Information
- [3] <http://www.gfz-potsdam.de/en/research/organizational-units/departments/departament-5/climate-dynamics-and-landscape-evolution/staff/profil/ulrike-kienel/>
- [4] Mesinger, F., DiMego, G. & Kalnay, E. (2006) North American regional reanalysis. *Bull.Am.Meteorol.Soc.*, 10.1175/BAMS-8-3-342
- [5] Caviedes, C.N. (2005) El Niño. Klima macht Geschichte. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, S. 19, siehe Abb. 1.10 (Quelle: International Research Institute, Climate Prediction Center sowie NOAA)
- [6] Bhattacharya, T. & Chiang J.C.H. (2014) Spatial variability and mechanisms associated with El Niño-induced drought in Mexico. *Clim.Dyn.* 43(12): 3309-3326