

Spuren der Menschheit: Was wird in 200 Millionen Jahren noch übrig sein?

Das Anthropozän, ein Erdzeitalter, welches wir Menschen selbst gemacht haben, ist seit einigen Jahren in aller Munde. Die Ansicht, dass wir Menschen durch unser massives Eingreifen in die natürlichen Systeme eine neue geologische Epoche eingeläutet haben sollen, ist umstritten und wird nicht nur in der Fachwelt intensiv diskutiert. In den kommenden Jahren soll eine internationale Kommission darüber entscheiden, ob das neue Zeitalter offiziell anerkannt wird. Viel hängt dabei allerdings von einer Frage ab: Haben wir Menschen einen so grossen Einfluss auf das System Erde, dass auch in ferner Zukunft noch Spuren davon in den Gesteinen sichtbar sein werden?

Wer beim Wandern im Berner Oberland an steilen Granitwänden entlang geht, sieht die schönen schwarzweissen Gesteine. Vielleicht nimmt der eine oder die andere sogar einen besonders schönen Stein vom Wegrand mit nach Hause. Für Geolog*innen beschränkt sich die Schönheit eines Gesteins aber nicht nur auf das Optische: Wenn man weiss, wie sich einem Gestein seine Geheimnisse entlocken lassen, dann kann jeder Stein ein Einblick in die Erdgeschichte bedeuten. Doch auch wenn die Geologie heute eine moderne Wissenschaft ist und mit ihren Anfängen nicht mehr viel gemeinsam hat, so haben doch einige Grundprinzipien die Jahrhunderte überdauert. Bis heute basieren viele Teilgebiete der erdwissenschaftlichen Forschung beispielsweise auf dem von James Hutton im 18. Jahrhundert begründeten Prinzip des Aktualismus. Hutton ging davon aus, dass ein Prozess, der heutzutage eine gewisse Struktur produziert, welche wir auch in alten Gesteinen finden, schon damals der relevante Prozess gewesen sein muss, der zu dieser Struktur geführt hatte. Ein Beispiel: An einem Sandstrand am Meer entstehen im flachen Wasser durch die Wellen typische Strukturen, sogenannte Wellenrippeln. Solche Rippelstrukturen findet man auch in Millionen Jahre alten Sandsteinen. Wenn wir die Muster heute einem Sandstrand zuordnen können, dann können wir sagen, dass dieser Sandstein damals ebenfalls an einem Strand entstanden sein muss. Hutton hat dazu das geflügelte Wort geprägt, dass «die Gegenwart der Schlüssel zur Vergangenheit» sei. Selbstverständlich hat der Aktualismus seine Grenzen: die Erde verändert sich ständig und viele Prozesse laufen heute anders ab als vor Jahrtausenden. Trotzdem kann man sich fragen, ob sich Huttons Prinzip nicht vielleicht adaptieren liesse: Wenn wir wissen, welche Prozesse in der Vergangenheit zu messbaren Spuren in den Gesteinen geführt haben, können wir dann nicht auch Prognosen darüber machen, welche Spuren unsere heutigen Eingriffe in die Umwelt in künftigen Gesteinen hinterlassen werden?



Das Foto links zeigt Wellenrippeln an einem heutigen Sandstrand. Das Foto rechts zeigt fossile Wellenrippeln in einem Sandstein (wikipedia.de & mineralienatlas.de).

Diese Frage ist relevanter, als sie vielleicht scheint, und wird in Fachkreisen kontrovers diskutiert. Von der Antwort auf diese Frage hängt ab, ob die *International Commission on Stratigraphy ICS* das neue Erdzeitalter des Anthropozäns ausrufen wird. Vor allem ist die Frage aber wichtig für die Festlegung eines Beginns für das Anthropozän. Ein Übergang in ein neues Erdzeitalter muss nämlich einige Bedingungen erfüllen: Unter anderem muss der Übergang in den Gesteinen klar bestimmbar sein, und zwar weltweit sowie auch in Zukunft. Eine internationale Arbeitsgruppe soll der ICS nächstes Jahr einen offiziellen Vorschlag für den Beginn der Epoche unterbreiten [1].

Vom Konzept des Anthropozäns kann man halten, was man möchte. Neben vielen guten Argumenten von prominenten Befürworter*innen gibt es berechtigte Kritik, auch von ausserhalb der Naturwissenschaften. Unabhängig von diesem «Glaubenskrieg» ist es aber sehr spannend, sich zu fragen, was für Spuren von der bis dahin längst ausgestorbenen Menschheit künftige Geolog*innen einer fortgeschrittenen Spezies in 200 Millionen Jahren finden werden, wenn sie die Gesteine der Erde untersuchen.

Eine naheliegende auf die Frage nach den Überbleibseln der Menschheit in der fernen Zukunft wäre: menschliche Knochen. Schliesslich kann jedes Kind erklären, dass vor langer Zeit Dinosaurier die Welt beherrscht haben, und dass man das weiss, weil Wissenschaftler*innen Knochen ausgegraben und zusammengesetzt haben. Warum nicht auch bei den Menschen? Ja, vermutlich wird man auch von Menschen fossile Überreste finden. Die Frage ist eher, wie viele Knochen überhaupt konserviert werden. Wenn wir bedenken, über wie viele Millionen Jahre und in welcher grossen Zahl die Dinosaurier die Erde bevölkert haben, so ist die Zahl der Dinosaurierfunde doch sehr bescheiden. Das hängt damit zusammen, dass es ein sehr grosser Zufall ist, wenn grosse Tiere überhaupt zu Fossilien werden. Es müssen viele Faktoren gleichzeitig zusammenkommen, damit das Tier im Sediment erhalten und nicht zersetzt wird. So muss das Tier nach dem Tod zum Beispiel sehr rasch und dauerhaft im Sediment eingebettet werden. Ansonsten kann es von anderen Tieren gefressen, von Bakterien zersetzt oder die Knochen später von der Meeresströmung oder der Erosion zerstört werden.

Viel wahrscheinlicher ist es, dass Fossilien konserviert werden, welche nur indirekt vom Menschen stammen, zum Beispiel Überreste von Gebäuden, Gegenständen und Materialien. Aber selbst bei solchen *Technofossilien* ist die Erhaltung eher schwierig: Gut möglich, dass sich Glas in Kristall umwandeln, Metall oxidieren und sich auflösen wird [2] und Plastik von künftigen spezialisierten Bakterien zersetzt wird [3]. Vielleicht werden nur wenige solcher Gegenstände überhaupt fossilisiert. Und wenn doch, dann werden sie möglicherweise eher dadurch erkennbar sein, dass sie aufgelöst werden und seltsam geformte Hohlräume in den Kalksteinen der Zukunft hinterlassen. Gute Chancen haben hingegen Beton, Ziegelsteine und Co.: Sie sind eigentliche menschengemachte *Gesteine* und haben als solche natürlich ein gutes Erhaltungspotential. Und selbst wenn Bauwerke wie Gebäude, Tunnel oder Kellergewölbe einstürzen und von Sediment zugedeckt werden, werden die Strukturen aus Beton vielleicht auch in Zukunft noch sichtbar sein. Voraussetzung dafür ist, dass die Ruinen in kurzer Zeit von Sediment zugedeckt werden, dass also beispielsweise der Meeresspiegel innerhalb weniger Jahrzehnte stark ansteigt und das Sediment ganze Städte wie Amsterdam unter sich begräbt. Höhergelegene Städte im Landesinnern haben dagegen kaum eine Erhaltungschance: Bern und Zürich beispielsweise werden in einigen Millionen Jahren komplett von der Erosion zerstört sein – genauso wie der Jura und die Alpen [2]. Technofossilien sind daher nicht geeignet für eine Stratigraphie des Anthropozäns, weil sie – wenn überhaupt – nur sehr lokal erhalten werden können. Ausserdem ist es sehr wahrscheinlich, dass es in 200 Millionen Jahren den Atlantik gar nicht mehr gibt und die Überreste von Amsterdam entweder in einer Subduktionszone

verschwunden und aufgeschmolzen oder irgendwo in ein neues Gebirge eingebaut wurden. In letzterem Fall besteht immerhin eine sehr kleine Chance, dass künftige Geolog*innen auf ihren Exkursionen im neuen Gebirge auf Schichten mit Überbleibseln von Amsterdam stossen. Falls das Anthropozän tatsächlich eine eigene Epoche werden soll, dann bräuchte es für seinen Beginn verlässlichere Grenzen. Eine Möglichkeit wären chemische Unterschiede in den Schichten vor und nach dem Beginn des Anthropozäns. Chemische Analysen von Sedimenten sind bereits heute eine beliebte Methode in der Geologie, die darauf basieren, dass unterschiedlich schwere Varianten des gleichen chemischen Elements in den Sedimenten unterschiedlich häufig anzutreffen sind. Aus solchen geochemischen Analysen lassen sich dann beispielsweise Aussagen über die Temperatur oder die Menge an Biomasse auf der Erde in der geologischen Vergangenheit treffen. Es ist also naheliegend, dass auch der menschengemachte Klimawandel und unser Einfluss auf die Biosphäre chemische Signale in den Gesteinen hinterlassen werden [4]. Dazu kommt, dass der natürliche Stickstoffkreislauf gestört wird, weil die Landwirtschaft durch die Verwendung von Düngemitteln sehr viel Stickstoff in den Wasserkreislauf und die Sedimente bringt, und zwar in chemisch anderer Form, als der Stickstoff natürlicherweise auf der Erde vorkommt. Zusammen mit typischen Elementen, welche durch Atombombentests in die Ozeane gelangten und dort langsam zu anderen Elementen zerfallen, bildet sich am Meeresboden im Moment also eine chemisch von früheren Epochen völlig verschiedene Schicht [4]. Die Liste könnte noch lange weitergeführt werden: Wir graben durch Bergbau ganze Landschaften um [5]. Wir verfrachten riesige Mengen mineralischer Rohstoffe in Milieus, wo diese geologisch nie vorkommen würden [6]. Wir stellen Milliarden Tonnen an künstlichen Mineralien her, z.B. für die Betonherstellung [7], und entfernen viel Sediment aus Deltaregionen, weil wir Kies und Sand brauchen. Unter anderem deshalb sinken ganze Küstenregionen langsam ab [4]. Gleichzeitig bauen wir gigantische Staudämme, kanalisieren Flüsse und zwingen so den ganzen Sedimenttransport in völlig neue Bahnen [8]. All das wird vermutlich auch noch in Millionen von Jahren in den Gesteinen zu sehen sein.



Kupfermine Escondida in Chile (links) und der Nil-Staudamm in Äthiopien (rechts): Der Impact des Menschen auf die Erdoberfläche ist enorm (*mining.com* & *dw.com*).

Auch auf die Paläontolog*innen der fernen Zukunft wird spannende Arbeit zukommen: Verursachen wir gerade ein weiteres Massenaussterben, welches im Fossilbericht erkennbar sein wird? Werden die Forschenden erkennen, dass wir Tierarten auf Kontinente eingeschleppt haben, wo diese zuvor gar nicht heimisch waren? Zudem halten wir durch Zucht und Landwirtschaft Milliarden von Nutztieren wie Schafe, Rindern oder Hühnern in viel grösseren Beständen und geringerer Artenvielfalt notabene, als ohne Zucht leben würden. Vermutlich werden Forschende in 200 Millionen Jahren also Schichten mit versteinerten Nutztierknochen finden, beispielsweise von Hühnern [9]. Und wir müssen uns aus heutiger Sicht vielleicht fragen: Wie können wir sicher sein, dass die Geolog*innen der fernen Zukunft dann auch tatsächlich die

Menschen als verursachende Spezies der ganzen Veränderungen unseres Zeitalters erkennen, und nicht stattdessen ein «Poulet-zän» postulieren?

Nicolas Krattiger

Lyss, 21. November 2020

Ein Merci an Anna Zappatini für die gemeinsamen spannenden Recherchen und die Ideen zum Thema Anthropozän im Rahmen unseres Vortrages für die «System Erde»-Vorlesung (FS 2020).

[1] Subramanian, M., 2019, Humans versus Earth: the quest to define the Anthropocene: *Nature*, v. 572, p. 168–170, <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02381-2>.

[2] Zalasiewicz, J., 2008, *The Earth After Us*: Oxford University Press, New York et al.

[3] Zalasiewicz, J., et al., 2016, The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene: *Anthropocene*, v. 13, p. 4–17, <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.002>.

[4] Waters, C.N., et al., 2016, The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene: *Science*, v. 351, p. 6269, <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>.

[5] Zalasiewicz, J., Waters, C.N., and Williams, M., 2014, Human bioturbation, and the subterranean landscape of the Anthropocene: *Anthropocene*, v. 6, p. 3–9, <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2014.07.002>.

[6] Hazen, R.M., Grew, E.S., Origlieri, M.J., and Downs, R.T., 2017, On the mineralogy of the “Anthropocene Epoch”: *American Mineralogist*, v. 102, p. 595–611, <https://doi.org/10.2138/am-2017-5875>.

[7] Miller, S.A., Horvath, A., and Monteiro, P.J.M., 2016, Readily implementable techniques can cut annual CO₂ emissions from the production of concrete by over 20%: *Environmental Research Letters*, v. 11, p. 074029, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/074029>.

[8] Syvitski, J.P.M., and Kettner, A.J., 2011, Sediment flux and the Anthropocene: *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 369, p. 957–975, <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0329>.

[9] Bennett, C.E., et al., 2018, The broiler chicken as a signal of a human reconfigured biosphere: *Royal Society Open Science*, v. 5, p. 180325, <https://doi.org/10.1098/rsos.180325>.