Hermann Löns' „Quintär"

Ein früher Ansatz zur geologischen Stratigrafie des „Zeitalters des Menschen" und seine Bedeutung für die Geowissenschaften

Jahn Jochen Hornung



Zusammenfassung

Hermann Löns entwickelte 1908 ein Konzept, um geologische und biologische Manifestationen desjenigen Abschnitts der Erdgeschichte zu beschreiben, in dem der Mensch ein dominanter Akteur geworden ist (das ‚Zeitalter des Menschen'). Sein „Quintär" (Löns, 1908) besteht aus zwei Komponenten: einer geologischen („Quintär-Ablagerungen" oder „Quintär-Schicht") und einer zoogeografischen („Quintär-Fauna"). Die geologische Komponente bestand effektiv in einer lithostratigrafischen Definition anthropogener Gesteinskörper. In dieser Definition nahm Löns bereits den Ansatz des 21. Jahrhunderts vorweg, eine geologische Definition für das Zeitalter des Menschen auf der Grundlage physischer Manifestationen und geologischer Belege zu schaffen. Dieser Ansatz spiegelt sich heute in den Bemühungen, ein Anthropozän als chronostratigrafische Einheit (Abb. 3) zu definieren wider. Es wird aufgezeigt, dass Löns' lithostratigrafisches Konzept in modernen stratigrafischen Ansätzen zur „Geologie des Menschen" sinnvoll eingesetzt werden

kann. Um mit moderner Terminologie konform zu gehen, wird seine „Quintär-Schicht“ hier als eine hierarchische lithostratigrafische Einheit (Quintär-Lithosom, Abb. 3) definiert. Sie umfasst alle Gesteinskörper in denen nicht-anthropogene geologische Prozesse durch anthropogene oder technogene Aktivitäten ersetzt oder maßgeblich verändert wurden. Das Quintär-Lithosom hat eine diachrone Basis und ist in seinem unteren Teil vertikal und lateral mit nicht-anthropogenen Ablagerungen der holozänen Serie verzahnt. Der obere Teil, der mit der anthropozänen Serie korreliert, hat eine globale Verbreitung.

Das Quintär-Lithosom ist ausschließlich für geologische Stratigrafien auf der Erde und über seine Lithofazies definiert. Von einer biostratigrafischen Verwendung von Hominidenfossilien oder -artefakten sollte man aufgrund ihrer quantitaven Seltenheiten und begrenzten geografischen Verbreitung über den Großteil ihrer geologischen Geschichte absehen. Für den Bereich der archäologischen Stratigrafie wird jedoch meinerseits vorgeschlagen, die Phase der kulturellen Manifestationen der Hominiden (die nach derzeitiger Kenntnis bis ins Pliozän zurückreicht) als Anthropium, bzw. dessen Ablagerungen (Abb. 3), zu definieren. Im Kontext der archäologischen Stratigrafie bilden dominante Manifestationen menschlicher Anwesenheit und Aktivität die Ablagerungen der Archäosphäre, die weitgehend – wenn auch nicht vollkommen – mit denen des geologischen Quintär-Lithosoms übereinstimmen.

Trotz der Notwendigkeit geringfügiger Anpassungen der Terminologie und des Rahmens an die Bedürfnisse der modernen Geowissenschaften, kann die Kerndefinition des „Quintär“ als lithostratigrafische Einheit nahezu unverändert von Löns übernommen werden. Dabei entstehen keine wesentlichen Konflikte oder Widersprüche mit anderen Konzepten, und das „Quintär“ kann als ergänzende Bereicherung mit praktischem Nutzwert betrachtet werden. Sein Beitrag ist daher von größerer Bedeutung, als ihm bislang historisch zugestanden wurde und verdient stärkere Beachtung in den Geowissenschaften und anderen Disziplinen.



Abb 1 Hermann Löns (1866-1914). Um 1900 aufgenommene Fotografie (gemeinfrei).

Schlüsselwörter: Quintär; Quartär; Lithostratigrafie; Anthropozän; Zeitalter des Menschen; Archäologische Stratigrafie.

Hinweis: Dieser Text wird gleichzeitig auch in englischer Sprache zum Abruf über die Website der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover veröffentlicht werden (www.N-G-H.org).

Einführung

Als Konsequenz aus der wissenschaftlichen Erkenntnis, dass der Planet Erde eine lange Geschichte vor dem Erscheinen der Menschen hatte, wurden verschiedene Versuche unternommen, dasjenige Zeitalter, in dem er eine dominante Spezies wurde, zu charakterisieren und zu definieren. In Anbetracht der Vielfalt dieser Ansätze zu diesem Thema wird der allgemeine Begriff „Zeitalter des Menschen" („Age of Humans", z. B. Kress & Stine 2017) im folgenden Text zusammenfassend verwendet, unabhängig von der zugrunde liegenden Definition oder dem philosophischen Konzept. Dieser Begriff ist nicht zu verwechseln mit der kalendarischen „Human Era" (Holozän-Kalender nach Emiliani 1993, 1994).

Die Wurzeln der Idee eines Zeitalters des Menschen reichen bis ins späte 18. Jahrhundert unserer Zeitrechnung (u. Z.) zurück. Sie konzentrierten sich vor allem auf die Definition einer letzten, abschließenden Etappe in der Erd- und Lebensgeschichte, die durch die „Erschaffung des Menschen" und seine vorgebliche Ausnahmestellung in der Natur ausgezeichnet ist. Der italienische Geologe Antonio Stoppani (1867, 1873) gilt als der erste, der auf der Grundlage dieser Prämissen ein umfassendes stratigrafisches (geologisches) Konzept eines „Anthropozoikum" entwarf (Lewis & Maslin 2015; Grinevald et al. 2019; Rull 2021; Luciano & Zanoni 2023), eine Idee, die mehr als ein Jahrhundert lang weitgehend im Dunkeln blieb. Andere Vorschläge im Verlauf des 20. Jahrhunderts – z. B. von Pierre Teilhard de Chardin und Wladimir Wernadski – konzentrierten sich eher auf ganzheitliche, philosophische oder ökologische Ansätze als auf eine physische Identifizierung des Zeitalters des Menschen in der stratigrafischen Überlieferung (z. B. Steffen et al. 2011; Lewis & Maslin 2015). Letzterer Ansatz wurde erst im 21. Jahrhundert durch den Vorschlag wiederbelebt, dass der massive, globale Einfluss des Menschen auf das Erdsystem eine neue geologische Einheit oder Epoche markiert (z. B. Crutzen 2002; Steffen et al. 2011). Es wurde vorgeschlagen, eine neue, jüngste geologische Epoche – das Anthropozän – zu definieren, die auf der geologischen Überlieferung der Auswirkungen dieses Einflusses basiert (Crutzen & Stoermer 2000; Crutzen 2002). In Folge dessen kam es zur Gründung der Anthropozän-Arbeitsgruppe der Internationalen Kommission für Stratigrafie (ICS, Unterkommission für Quartärstratigrafie), die derzeit die formale Definition des Anthropozäns als geochronologische Epoche auf der Internationalen Stratigrafischen Tabelle ausarbeitet (z. B. Zalasiewicz et al. 2008, 2012, 2017, 2019a; Waters et al. 2014; Waters & Turner 2022). Die Idee des Anthropozäns hat auch in den Medien und in der Öffentlichkeit ein breites Interesse gefunden.

Doch trotz einiger wissenschaftshistorischer Rückblicke auf die Geschichte des Konzepts (z. B. Steffen et al. 2011; Grinevald et al. 2019) wurde der interessante Beitrag des deutschen Journalisten, Dichters und Amateur-Naturforschers Hermann Löns (1866–1914) zu diesem Thema bislang übersehen. Löns entwickelte einen Vorschlag für ein neues geologisches Zeitalter, das durch die Interaktion des Menschen mit der Natur bestimmt wurde und das er – in Anspielung auf die Ablösung des vorangehenden Quartärs – „Quintär" nannte (Löns 1908, 1910). Obwohl sich seine Ideen nicht durchsetzten und in der Folgezeit weitgehend in Vergessenheit gerieten, ergänzen sie die Geschichte der Definitionen des Zeitalters

des Menschen als Begriff und Konzept. Darüber hinaus offenbart Löns für das frühe 20. Jahrhundert u. Z. eine überraschend fortschrittliche konzeptionelle Sichtweise und bietet potenzielle Lösungen für einige aktuelle und neuerdings vielfach diskutierte Probleme der geologischen Definition des Zeitalters des Menschen an.

Der Autor

Herman Löns (Abb. 1) wurde am 29. August 1866 in Culm, Westpreußen (heute Chełmo, Polen) geboren. Nachdem er ein Studium der Medizin und Naturwissenschaften aus finanziellen Gründen aufgeben musste, begann er als Journalist zu arbeiten und ließ sich schließlich 1892 im Raum Hannover (Niedersachsen) nieder. Dort entdeckte er seine Leidenschaft für die hiesige Heidelandschaft und wurde als Autor zahlreicher Essays, Gedichte und Bücher, in denen er die Schönheit und den Reiz dieser Region, ihrer Natur und ihrer Bewohner romantisierte, sehr populär. Bei Ausbruch des Ersten Weltkriegs meldete er sich freiwillig zur kaiserlichen Armee und fiel am 26. September 1914 in der Nähe von Loivre, Frankreich (für ausführliche moderne Biografien und Rezeptionen siehe Dupke 1993 und Kaune 2014).

Neben belletristischen, volkstümlichen und pädagogischen Texten über die Natur und die Tierwelt (z.B. Wolterstorff 1938) veröffentlichte er verschiedene Artikel zu zoologischen Themen in lokalen Fachzeitschriften. Zu seinen Plänen gehörte eine umfangreiche faunistische Studie über die Wirbeltiere Südniedersachsens. Leider wurden nur frühe Fragmente dieser Arbeit veröffentlicht (Löns 1905), da er das Manuskript kurz vor der Fertigstellung im Jahr 1909 vernichtete (Kaune 2014). Nichtsdestotrotz entwickelte er offensichtlich als Ergebnis dieser Forschungen, zu denen auch die Sammlung umfangreicher Daten über Neozoen und Hemerophile, sowie historische lokale Aussterbemuster gehörten, das Konzept des „Quintär“ und der „Quintärfauna“ (Löns 1908, 1910).

Das Konzept

Obwohl Löns seine Skizze im Untertitel als „zoogeografischen Vorschlag“ veröffentlichte, führte er gleichzeitig zwei neue Konzepte ein, ein geologisches und ein zoologisches. Das „Quintär“ wurde als stratigrafischer Begriff in die Geowissenschaften und zeitgleich die „Quintärfauna“ in die Zoologie eingeführt.

Das „Quintär“

[Ich] nenne [...] diese vom Menschen geschaffene Erdschicht das Quintär als jüngste, dem Alluvium oder Quartär folgende Schicht. Selbstverständlich gibt es Quintär, das bedeutend älter ist als dieses oder jenes Quartär, denn manche kultivierte Gegenden sind als solche älter als die in ihnen liegenden Moor- und Marschbildungen; im allgemeinen aber ist das Quintär geologisch die jüngste Erdschicht, denn erst nachdem die Quartärbildung begonnen hatte, schuf der Mensch das Quintär.

[...]

Unter dem Quintär verstehe ich jenen Teil der Erdrinde, dem der Mensch unmittelbar oder mittelbar den Urlandscharakter nahm, auch

> jedes Stück Land, auf dem ein Haus steht, oder das als Straße, Acker, Wiese, Weide, Garten, Park, Anlage, Kirchhof, Deich, Steinbruch usw. durch den Menschen sein von der Urform abweichendes Aussehen erhielt. Diese Umformung bedeutet vom geologischen Standpunkte aus die Schaffung von kleineren und größeren künstlichen Felspartien oder ganzen Gebirgen durch den Menschen, denn jedes Steinhaus ist ein Fels, jedes Dorf eine Felsgruppe, und jede Stadt ein Gebirge, das viele Schluchten, nämlich die Straßen hat.
>
> Löns, 1908, S. 117–118

Diese Zitate deuten darauf hin, dass Löns – in moderner Terminologie – unter dem „Quintär" Folgendes verstand:

- eine lithostratigrafische Einheit, die aus *vom Menschen geschaffenen oder veränderten Gesteinskörpern* besteht, und
- die *geomorphologischen Charakteristika* dieser Einheit, die durch menschliche Aktivitäten entstanden ist.

Es gibt keinen Hinweis darauf, dass er das „Quintär" als geochronologische Einheit verstanden wissen wollte, sondern sie wird ausdrücklich als „Erdschicht" definiert, als physische Manifestation von Gesteinsbildungsprozessen. Die diagnostischen Merkmale dieser Schicht lassen sich wie folgt zusammenfassen: Sie ist durch menschliche Aktivitäten entstanden und umfasst sowohl anthropogen veränderte natürliche Ablagerungen (z. B. durch Landwirtschaft veränderte Böden) als auch solche, die direkt vom Menschen geschaffen wurden (Gebäude etc.). Spätere Autoren haben diese Arten von Gesteinsbildung und Prozessen unter dem Begriff „technogen" beschrieben (z. B. Fersman 1934; Ter-Stepanian 1988). Dieser ist nicht zu verwechseln mit der Wechselwirkung und den Abhängigkeiten menschlicher Aktivitäten von geologischen Faktoren, für die in der deutschsprachigen Literatur der Ausdruck „Anthropogeologie" eingeführt wurde (s. Häusler 2016 für einen historischen Überblick).

Mit der Feststellung, dass diese von Ablagerungen überlagert werden können, die nicht vom Menschen verändert wurden, und die Löns dem Quartär zuordnete (z. B. ehemalige landwirtschaftliche Flächen, die später durch natürliche Prozesse zu Mooren wurden), erkannte er die „Quintär"-Ablagerungen als Lithofazies mit diskontinuierlicher vertikaler und lateraler Verteilung. Dass das „Quintär" generell die jüngste Periode ist, die global das Quartär ablöst, erschien ihm daher selbst nicht eindeutig, was er bereits durch die Formulierung „im Allgemeinen" einschränkte. Diese Konflikt ist darauf zurückzuführen, dass er bei seinem „Quintär" keine klare Trennung zwischen geochronologisch-chronostratigrafischen und lithostratigrafischen Ansätzen vorgenommen hat. Eine solche lässt sich jedoch durch die Exegese seines Textes klar herausarbeiten und unterstreicht die Identifizierung der „Quintärablagerungen" als lithostratigrafisches Konzept.

Die „Quintärfauna"

Aus dem Zusammenhang wird deutlich, dass das „Quintär" im stratigrafischen Sinne für Löns eher ein Werkzeug war, um das zeitliche Element in seiner zoogeografischen Theorie zu manifestieren, als ein eigenständiges Konzept. Das „Quintär" als geologischer Körper wurde von ihm als ein vom Menschen geschaffenes Substrat verstanden, das die heutige Verbreitung von Fauna und Flora kontrollierte. Die „Quintärfauna" umfasst Arten, die nur in einer bestimmten Region gedeihen können, nachdem der Mensch eine „Quintärablagerung" geschaffen hat, d. h. die natürliche Landschaft wurde anthropogen so

umgestaltet, dass neue Lebensraumnischen entstanden. Er unterschied sein Konzept ausdrücklich von dem der Neobiota (oder Neozoen), da er letztere als Einwanderer betrachtete, die sich unabhängig von menschlichen Landschaftsveränderungen (wenn auch nicht notwendigerweise von menschlichen Aktivitäten, wie z. B. der absichtlichen Einführung von Arten) etablierten. Er erklärte auch, dass die „quintäre Fauna" nicht gleichbedeutend mit domestizierten Arten ist, zumal letztere in einigen Fällen auf „Urland" (nicht anthropogen überprägten Habitaten) gedeihen. Die „Quintärfauna" beinhaltet einen zoogeografischen Kontext, der teilweise durch eine historische und ökologische Komponente definiert wurde – die Verteilung von Tierarten in Zeit und Raum in Abhängigkeit von ihrer Beziehung zu anthropogen veränderten Landschaften. Neu an diesem Ansatz war, dass die „Quintärfauna" nicht gleichzusetzen ist mit Artengemeinschaften, die vom Menschen absichtlich eingeführt oder verändert wurden (wie z. B. bei Stoppani 1873), sondern mit solchen, die ihr zoogeografisches Verbreitungsgebiet und/oder ihre Häufigkeit aufgrund von Umweltveränderungen, die durch menschliche Aktivitäten hervorgerufen wurden, erweitern konnten. Beispiele hierfür sind Veränderungen der Vegetationsmuster durch die Landwirtschaft, die einige Säugetier- und Vogelbiozönosen begünstigten (Kalela 1942) oder die Bereitstellung warmer, geschützter Umgebungen in Gebäuden, die die Einwanderung und Etablierung z. B. einiger Fledermausarten in nördlichere Breiten ermöglichten (Löns 1908). Das Hauptproblem der „Quintärfauna" besteht darin, dass es bei der überwiegenden Mehrheit der Arten an ausreichenden empirischen Belegen mangelt, um die Beziehung zwischen ihrer lokalen ökologischen Dominanz und dem anthropogenen Einfluss, insbesondere im Zeitverlauf, zu klären. Dieses Problem wurde auch von Löns nicht ignoriert, der ein hohes Maß an Unsicherheit bei der Einstufung von Tierarten im Hinblick auf ihre Zugehörigkeit zur „Quintärfauna" einräumte.

In der modernen zoologischen Terminologie wird der Begriff „synanthrope Fauna" (z. B. Klegarth 2017) weitgehend überlappend zur „Quintärfauna" verwendet. Dieser Ausdruck hat den Vorteil, dass er frei von den hypothetischen Rückschlüssen auf die Ursachen und die Chronologie der historischen Faunenveränderungen ist.

Gibt es konzeptionelle Vorläufer des Löns'schen „Quintär"?

Löns hat in seinem kurzen Aufsatz über das „Quintär" keine Quellen oder Zitate angegeben. Es bleibt daher ungewiss, von welchen Vorläuferwerken seine geologischen und biologischen Vorstellungen beeinflusst worden sein könnten. Um den zeitgenössischen Hintergrund seiner Ideen zu verstehen, werden im Folgenden wichtige Konzeptionen für stratigrafische Ansätze zum „Zeitalter des Menschen" bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts u. Z. umrissen.

Die früheste Definition eines Zeitalters des Menschen als Teil der Erdgeschichte geht auf Georges-Louis L. de Buffon zurück, der erstmals eine „dernière époque" („letzte Epoche") vorstellte, die durch die Vermischung der „puissance de l'Homme" („Macht des Menschen") mit der „Macht der Natur" gekennzeichnet war (de Buffon 1779: iii). Es war eine der frühesten Formulierungen der Idee, dass dieser „letzten Epoche" ein sehr langer Zeitraum ohne die

Anwesenheit von Menschen vorausging (Heringman 2016).

Auf dem Gebiet der Stratigrafie (d. h. der Manifestation diagnostischer geologischer Körper) ist der früheste Versuch, das Zeitalter des Menschen zu definieren, Henri Reboul (1833: 2) zu verdanken. Er schlug die Begriffe „période néomastonienne" und „période anthropéienne" als Synonyme für das Quartär vor, das kurz zuvor von Desnoyers (1829; basierend auf Arduino 1760; siehe Gibbard 2019) als stratigrafische Einheit definiert worden war. Die „période néomastonienne" basierte auf dem Auftreten von „espèces mammifères actuellement vivantes" (heute lebenden Säugetierarten), besonders der Affen („quadrumanes"; Reboul 1833: 218), die „période anthropéienne" auf der Anwesenheit des Menschen. Reboul gibt keinem dieser Begriffe den Vorzug, sondern schlägt sie bewusst als Alternativen vor. Während die „période néomastonienne" – im modernen Sinne – auf einem rein biostratigrafischen Konzept beruhte, schloss der Vorschlag einer alternativen „période anthropéienne" Artefakte als mögliche Indikatoren ein („débris osseux ou les produits de quelque industrie grossière" – Reboul 1833: 5). Besonders bemerkenswert ist, dass Reboul in seiner Argumentation kein ausgeprägtes theologisches Element anführte. Ungewöhnlich explizit für seine Zeit wies er Versuche zurück, geologische Beweise als Beleg für die historische Richtigkeit der Bibel zu verwenden (z. B. für die Sintflut). Obwohl er das „Erscheinen" neuer Arten nicht erklären konnte, interpretierte er die Veränderungen in der Fauna und Flora sowie das Aussterben von Arten im Laufe der Erdgeschichte als Ergebnis natürlicher, allmählicher und regionaler Veränderungen der Umwelt (insbesondere des Klimas). In jedem Fall unterstrich er die herausragende Stellung des Menschen als „Herrscher des Universums", die er trotz seiner relativen physischen Schwäche durch seine Intelligenz erlangte: „Le dernier terme de cette série a été l'apparition des espèces mammifères actuellement vivantes, et notamment des quadrumanes et de l'homme, que son intelligence a rendu aussitôt maître de l'Univers, quoiqu'il soit né faible et désarmé." – Reboul (1833: 218).

Alexandre Vézian schlug später eine „ère jovienne" („jovianisches Zeitalter", Vézian 1863, 1865) vor, die „mit der Existenz des Menschen beginnt, der nach seinem Erscheinen in diesem Zeitalter nie aufhörte, die Oberfläche des Erdballs zu bevölkern, und dessen Herrschaft sich immer mehr ausdehnte." (Vézian 1865: 450; aus dem Französischen übersetzt). Trotz der unterschiedlichen Terminologie ist die (bio-) stratigrafische Definition der „jovianischen Ära" also praktisch identisch mit der von Rebouls „période anthropéienne".

Andere stratigrafische Konzepte (i. w. S.) des 19. Jahrhunderts konzentrierten sich meist auf den Exzeptionalismus der menschlichen Spezies in der Natur, manchmal mit einer starken theistischen Komponente (z. B. Whewell 1853; Dana 1863; Haughton 1865; Stoppani 1867, 1873; LeConte 1877, 1878). Im Allgemeinen hatten diese Ansätze zwar oft bis zu einem gewissen Grad physische Beweise für die Anwesenheit des Menschen zur Grundlage, aber es fehlten konkrete, stratigrafisch anwendbare Definitionen. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurde man sich der zeitgenössischen und historischen physikalischen Veränderungen der Geo- und Biosphäre durch menschliche Aktivitäten und deren Potenzial für die Stratigrafie bewusst (z. B. Jenkyn 1854; Suess 1862; Marsh 1864, 1874; Fischer 1916; Sherlock 1922; Häusler 1959; Häusler 2016; Hohl 1974). In einem sehr ausführlichen Kapitel seines Buches „Corso di Geologia"

versuchte schließlich Antonio Stoppani, ein italienischer Geologe und Priester, physikalische Beweise mit theologischem Exzeptionalismus zu verbinden, um eine „èra anthropozoica" zu definieren (Stoppani 1867, 1873; vgl. Luciano & Zanoni 2023), die oft als ein früher Vorläufer des modernen Anthropozän-Konzepts zitiert wird (z. B. Crutzen 2002; Rull 2021; siehe aber Hamilton & Grinevald 2015).

Stoppani gab eine umfassende Liste des menschlichen Einflusses auf die Biosphäre und Geosphäre und seine beispiellosen Veränderungen der Umwelt. Er definierte die „anthropozoische Ära" als beginnend mit „der ersten Spur des Menschen" und damit als über den heutigen Tag hinaus andauernd für „die Anzahl der Jahrhunderte, die Gott dem Triumph der Intelligenz und der Liebe zugestehen will" (Stoppani 1873, nach der englischen Übersetzung in Federighi 2013). Schließlich gab er eine Zusammenstellung möglicher sedimentärer Ablagerungen, sowie deren Zusammensetzung und Fossilgehalt an, um die „anthropozoische Ära" geologisch nachzuweisen. Insbesondere menschliche Überreste und anthropogene Artefakte, neben Fossilresten einer modernen Fauna und Flora, führte er als diagnostisch an. Dennoch sah er die geologischen und ökologischen Erscheinungsformen der menschlichen Präsenz als Ergebnis der „Schöpfung des Menschen", als „ein neues Element, eine neue tellurische Kraft" in der „physischen Welt", statt als integralen Bestandteil der Natur. Als Ergebnis göttlicher Vorsehung erkennt Stoppani für die „anthropozoische Ära" weder die allmählichen phylogenetischen Veränderungen an, die den modernen Menschen hervorbrachten, noch die allmähliche Steigerung der technologischen Fähigkeit des *Homo sapiens,* das Antlitz der Erde zu gestalten. Sein Begriff ist daher tief in theologischen Ansichten verwurzelt, da er nicht nur die biologische Evolution leugnet, sondern auch nicht auf die allmähliche Entwicklung der menschlichen Kulturen und Technologien eingeht. Die Hypothese eines plötzlichen kosmopolitischen Auftretens der menschlichen Spezies (durch die „Schöpfung") war schon zu Stoppanis Zeiten unbegründet und durch keinerlei Fakten gestützt. Außerdem datiert er den Beginn des „Anthropozoikums" nach dem „Neozoikum", dass durch die Vergletscherungen gekennzeichnet war. Damit impliziert er, dass der Begriff in etwa mit unserem heutigen Verständnis des Holozäns übereinstimmt. Dass die Präsenz des Menschen und seine „Spuren" (in Form von Artefakten) weit in die Zeit der Vergletscherung (d. h. in das Pleistozän nach moderner Definition) zurückreichte, war jedoch schon zu Stoppanis Zeiten eine anerkannte Tatsache (z. B. Vézian 1865). Er selbst erwähnte „[...] archäolithische Schichten, in denen menschliche Überreste wie vergraben zwischen bearbeiteten Feuersteinen und Knochen verschwundener Tiere erscheinen [...]" (Stoppani 1873). Die Gründe für diese Widersprüche sind aus Stoppanis Werk nicht ersichtlich, aber sie könnten auf den äußerst dogmatischen und theoretischen Charakter seines Konzepts hinweisen, das selbst zum Zeitpunkt seiner Erarbeitung nicht vollständig mit den physikalischen Beweisen in Einklang gebracht werden konnte. Der einzige mögliche konzeptionelle Vorläufer von Löns' „Quintär", der streng auf stratigrafischen Methoden beruht und daher direkt vergleichbar ist, ist ein regionales stratigrafisches Schema von Napoléon de Mercey (1877, Abb. 2), das die Anwesenheit fossiler und kultureller Überreste des Menschen einbezog. In seiner Studie über das Quartär der Picardie (Nordostfrankreich) definierte der Autor ein „terrain humain" als regionale lithostratigrafische

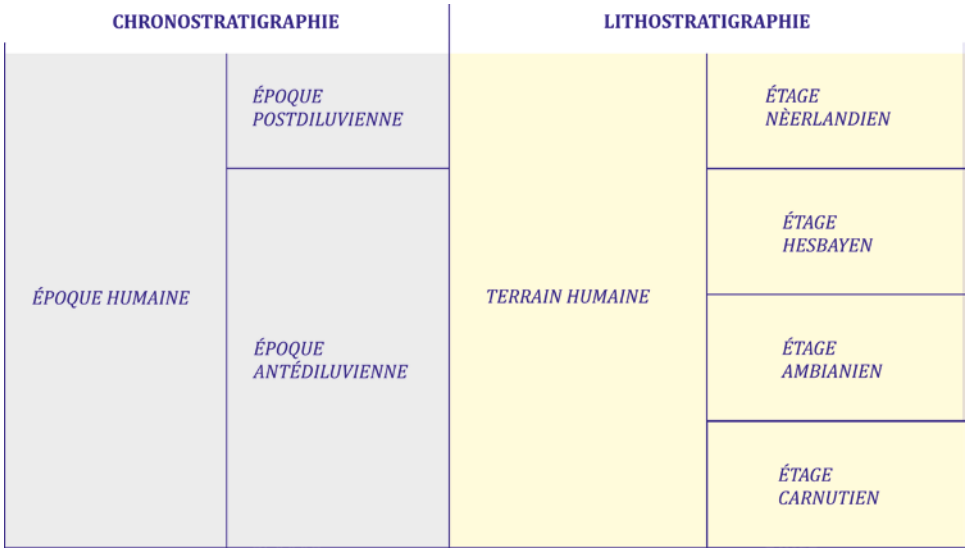


Abb. 2 Das detaillierte stratigrafische Schema von de Mercey (1877) für das Quartär der Picardie, Frankreich. Man beachte die Unterscheidung zwischen Chrono- und Lithostratigrafie und die Verwendung der Anwesenheit des Menschen als stratigrafisches Kriterium. Die Grenze zwischen der „époque antédiluvienne" und der „époque postdiluvienne" entspricht ungefähr dem weichselzeitlichen Letzten Glazialen Maximum.

Einheit, die „durch den Menschen charakterisiert" war (de Mercey 1877: 21, übersetzt aus dem Französischen). Besonders hervorzuheben ist, dass de Mercey klar zwischen Litho- und Chronostratigrafie unterschied:

> Les terrains ou grands groupes d'ètages matériels dans l'espace correspondent eux-mêmes à de grands groupes de temps ou époques.
>
> („Die Terrains oder großen Einheiten von Ablagerungskörpern im Raum entsprechen großen Zeiteinheiten bzw. Epochen.")
>
> De Mercey (1877: 21).

Als chronostratigrafisches Äquivalent zum „terrain humain" definierte er die „époque humain". Bemerkenswerterweise wies er darauf hin, dass menschliche Überreste und Artefakte nicht an der Basis des „terrain humain", sondern erst in der zweiten Stufe, dem „Ambianien", auftauchten. De Merceys stratigrafisches System setzte sich nicht durch, seine nur regional definierten Einheiten entbehren einer biostratigrafischen Definition auf der Grundlage von Hominidenfunden, und ihre summarische Zuordnung zu einem „terrain humain" blieb theoretisch. Ebenso ordnete er die „époque humain" dem Quartär zu, womit die erstere chronostratigrafische Bezeichnung als jüngeres Synonym überflüssig wurde. Sein chronostratigrafisches Konzept für weitere Unterteilungen der „époque humain" ist vollkommen überholt (vgl. z. B. Pillans & Gibbard 2012).

Rezeption und Bedeutung des „Quintär"-Konzepts

Zeitgenössische Rezeption

Weder die „Quintärfauna" noch das „Quintär" haben in der wissenschaftlichen Literatur nach Löns eine nennenswerte Rolle gespielt. Der Begriff „Quintärfauna" wurde zunächst von Boettger (1912: 178) abgelehnt, vor allem mit der - nicht ganz zutreffenden – Begründung, er sei ein Synonym für den Begriff „Adventivfauna". In den Geowissenschaften konnte sich der Begriff „Quintär" ebenfalls nicht durchsetzen – der Begriff „Quintär" wurde nur in wenigen Studien über quartäre Molluskenfaunen für die jüngsten geologischen Einheiten verwendet (von Pávai-Vajna 1911; Vohland 1914; Petrbok 1929, 1939). Petrbok (1929: 288) bezeichnete das „Menzel'sche [sic] Quintär" als „historische Periode", allerdings ohne bibliografischen Hinweis auf seine Quelle (nach dem Kontext evtl. Menzel 1909). Das „Quintär" wurde auch in einer Studie über menschenbedingte Veränderungen der rezenten Avifauna Europas von Kalela (1938, 1942) als „Herrschaftsperiode des Menschen", die „als eine neue Phase in der Entwicklung der Organismenwelt anzusehen ist", bezeichnet (Kalela 1942: 2). Abgesehen von diesen Erwähnungen lässt sich der Begriff in der Primärliteratur nicht weiter nachweisen.

Historische Bedeutung

Wie oben zusammengefasst, stützten sich die Definitionen für das Zeitalter des Menschen vor Löns stark auf theoretische, theologische und philosophische Argumente und bezogen empirische Methoden, wenn überhaupt, nur teilweise ein. Obwohl die Inspirationsquellen von Löns unklar bleiben, spiegelt sein Konzept mehrere Ideen wider, die bereits zuvor formuliert wurden. Das „Quintär" im stratigrafischen Sinne spiegelt die Beobachtungen von Reboul (1833), Stoppani (1867, 1873) und vor allem de Mercey (1877) wider, dass menschliche Überreste, Artefakte und Spuren menschlicher Aktivitäten eine bestimmte, weit verbreitete und im Allgemeinen oberste Schicht in der geologischen Abfolge definieren. Neu ist jedoch, dass diese Schicht ausdrücklich und ausschließlich als der Teil der Lithosphäre definiert wird, der durch menschliche Aktivitäten verändert wurde, einschließlich Hinzufügungen durch anthropogene Strukturen, z. B. Gebäude.

Löns' Konzept zeichnet sich dadurch aus, dass es keinen Hinweis auf einen anthropozentrischen Exzeptionalismus in der Natur enthält, wie er im 19. Jahrhundert noch häufig war. Anstatt bei einer vagen Definition als „die Phase der Erdgeschichte, in der der Mensch dominierte oder existierte" zu bleiben, versuchte er, die Stratigrafie des Zeitalters des Menschen durch die Einführung diagnostischer geologischer Kriterien empirisch definierbar zu machen. Vor allem nahm er ausdrücklich nur solche geologischen Schichten in sein „Quintär" auf, die deutliche Anzeichen einer Veränderung durch menschliche Aktivitäten aufweisen. Dadurch wurde sie aussagekräftiger, da er direkte Beweise für anthropogene Umweltveränderungen zur Begründung einer neuen Phase in der Erdgeschichte vorbringt. Nicht das „Erscheinen" oder die „Erschaffung" des Menschen – schwer nachzuvollziehen und zu datieren – standen im Mittelpunkt seiner Argumentation, sondern die physische Dokumentation seiner beispiellosen Fähigkeit, als bedeutende geologische Kraft zu wirken. Darüber hinaus erkannte Löns

die Interdependenz zwischen anthropogenen Veränderungen der Geosphäre und deren Manifestationen in der Biosphäre – obwohl beide Begriffe zu seiner Zeit nicht im modernen Sinne bekannt oder verstanden waren. Die „Quintärfauna" spiegelt die einzigartigen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die globale Biogeografie wider, eine Beobachtung, die bereits von Marsh (1864) und Stoppani (1873) aufgegriffen wurde.

Der Vorschlag, empirische Indikatoren für die anthropogene Veränderung natürlicher Sedimente als stratigrafische Marker zu verwenden, ist von besonderer Bedeutung, da er Umweltfaktoren mit einbezieht, ähnlich wie moderne Ansätze (Crutzen & Stoermer 2000; Crutzen 2002). Während heute viel darüber diskutiert wird, welche Umweltmarker das Anthropozän charakterisieren könnten (z. B. Crutzen 2002; Ruddiman 2013; Steffen et al. 2016; Zalasiewicz et al. 2019b; Head et al. 2022a), wurde dieser Vorschlag im frühen 20. Jahrhundert gänzlich verworfen, da es keine Methoden und Technologien gab, um diese Marker in der geologischen Überlieferung praktikabel zu analysieren (Menzel 1909: 90). Dieses Problem mag wesentlich dazu beigetragen haben, dass das Konzept von Löns in den Geowissenschaften vernachlässigt wurde.

Löns ging nicht weiter auf mögliche geowissenschaftliche Methoden zur Erkennung des anthropogenen Einflusses in Sedimenten ein. Die vorgeschlagenen zoogeografischen Proxy-Indikatoren („Quintärfauna") reichen nicht aus, um dieses Problem zu lösen, da die Verteilungsmuster der Arten in den meisten Fällen nicht detailliert genug mit den menschlichen Veränderungen der Umwelt korreliert werden können. Außerdem ist es nicht möglich, Übergangsstadien in der Entwicklung der Synanthropie zu unterscheiden. Dem zoogeografischen Ansatz fehlt eine historische Perspektive, die über Hypothesen zur Bewertung der stratigrafischen Grenzen des „Quintär" hinausgeht. Aus theoretischer oder philosophischer Sicht kann das Konzept von Löns als unausgereift oder vereinfachend aufgefasst werden. Dennoch war dieser klare Ansatz, sich ausschließlich auf physikalische Indikatoren zu stützen, für seine Zeit unbestreitbar fortschrittlich. Er spiegelt moderne Konzepte des evolutionären Exzeptionalismus des Menschen im Sinne einzigartiger intellektueller Fähigkeiten (z. B. Simpson 1949) und deren Rückwirkungen auf die Geschichte des Lebens, die biologische Evolution und das Erdsystem wider. Gleichzeitig ist die theologisch begründete Ansicht, dass das „Erscheinen" des Menschen an sich schon außergewöhnlich ist, ist irrelevant für das Konzept. In der Praxis nahm er Überlegungen zu einer stratigrafischen Definition des „Zeitalters des Menschen" anhand von Belegen aus der geologischen Überlieferung um fast 100 Jahre vorweg.

Hat das „Quintär“ eine Zukunft?

Das „Quintär“, das Anthropozän und die Archäosphäre

Während für das Anthropozän verschiedene Ansätze – auch außerhalb des Rahmens der Geowissenschaften – vorgeschlagen wurden (z. B. Maslin & Lewis 2015; Barry & Maslin 2016; Malhi 2017; Toivanen et al. 2017; Nichols & Gogeneni 2018; Thober 2019; Zalasiewicz et al. 2021), konzentriert sich der vorliegende Text auf dessen geowissenschaftlich-stratigrafische Bedeutung, um einen sinnvollen Vergleich mit dem „Quintär“ zu ermöglichen.

Erstmals von Crutzen & Stoermer (2000) konzipiert, soll das Anthropozän als eine chronostratigrafische Einheit mit einer isochronen Untergrenze definiert werden (Abb. 3). Es wurde vorgeschlagen, das Anthropozän durch das Auftreten globaler anthropogener geochemischer Marker in der geologischen Überlieferung zu definieren, die die tiefgreifenden Veränderungen belegen, die Homo sapiens im Erdsystem verursacht (siehe auch Rull 2016a). Während verschiedene Vorschläge für die Art der Marker und die zeitliche Lage der Untergrenze diskutiert wurden (z. B. Crutzen 2002; Ruddiman 2003; Ruddiman et al. 2020; Sümer et al. 2020; Gibbard et al. 2022), bevorzugt die Anthropozän-Arbeitsgruppe der ICS derzeit den durch die ersten Atombombenexplosionen in der Mitte des 20. Jahrhunderts u. Z. verursachten anthropogenen Radionuklid-Peak (v. a. ^{239}Plutonium) als unteren Grenzmarker (z. B. Waters et al. 2014a, b; Zalasiewicz et al. 2014, 2019a; Lewis & Maslin 2015; Steffen et al. 2015; Waters & Turner 2022). Dieser zeitliche Rahmen korrespondiert auch mit der „Großen Beschleunigung“ („Great Acceleration“, z. B. Steffen et al. 2015; Head et al. 2022a), die durch eine massive Veränderung zahlreicher globaler Parameter infolge des exponentiellen Wachstums der menschlichen Population und ihres Energie- und Ressourcenverbrauchs gekennzeichnet ist (z. B. Kückens 2018). Die Konzeptualisierung des Anthropozäns folgt einem stratigrafischen Ansatz, ist jedoch Gegenstand anhaltender, kontroverser Diskussionen (z. B. Gale & Hoare 2012; Hamilton 2016; Malhi 2017; Ruddiman 2018; Rull 2016a,b, 2021; Nielsen 2021, 2022). Ein Schlüsselproblem liegt darin, dass signifikante anthropogene Indikatoren in der geologischen Überlieferung lokal deutlich vor dem 20. Jahrhundert u. Z. oder dem Beginn der Industrialisierung auftreten (z. B. Jäger & Bernhardt 1995; Jäger 1997). Daraus ergibt sich eine diachrone Untergrenze für anthropogene und anthropogen beeinflusste geologische Körper, die die sinnvolle Festlegung einer isochronen Untergrenze des Anthropozäns erschweren (z. B. Periman 2006; Smith & Zeder 2013; Oliveiro & Peloggia 2014; Edgeworth et al. 2015, 2019; Ruddiman 2018; Zalasiewicz et al. 2019b). In jüngster Zeit haben Gibbard et al. (2022) vorgeschlagen, das Anthropozän eher als stratigrafisches Ereignis (im Sinne von Ager 1973), denn als formalisierte Epoche zu definieren, um seine nicht-isochrone Natur und die breite Palette von Erscheinungsformen des Zeitalters des Menschen besser zu erfassen (aber siehe Head et al. 2022b bezüglich einer gegensätzlichen Auffassung).

Im Gegensatz dazu wird das „Quintär“ von Löns als eine lithostratigrafische, diachrone Einheit aufgefasst, die weder lateral noch vertikal kontinuierlich ist und keine Bindung an eine geochronologische Einheit hat. Nach seiner ursprünglichen Definition (Löns 1908) umfasst

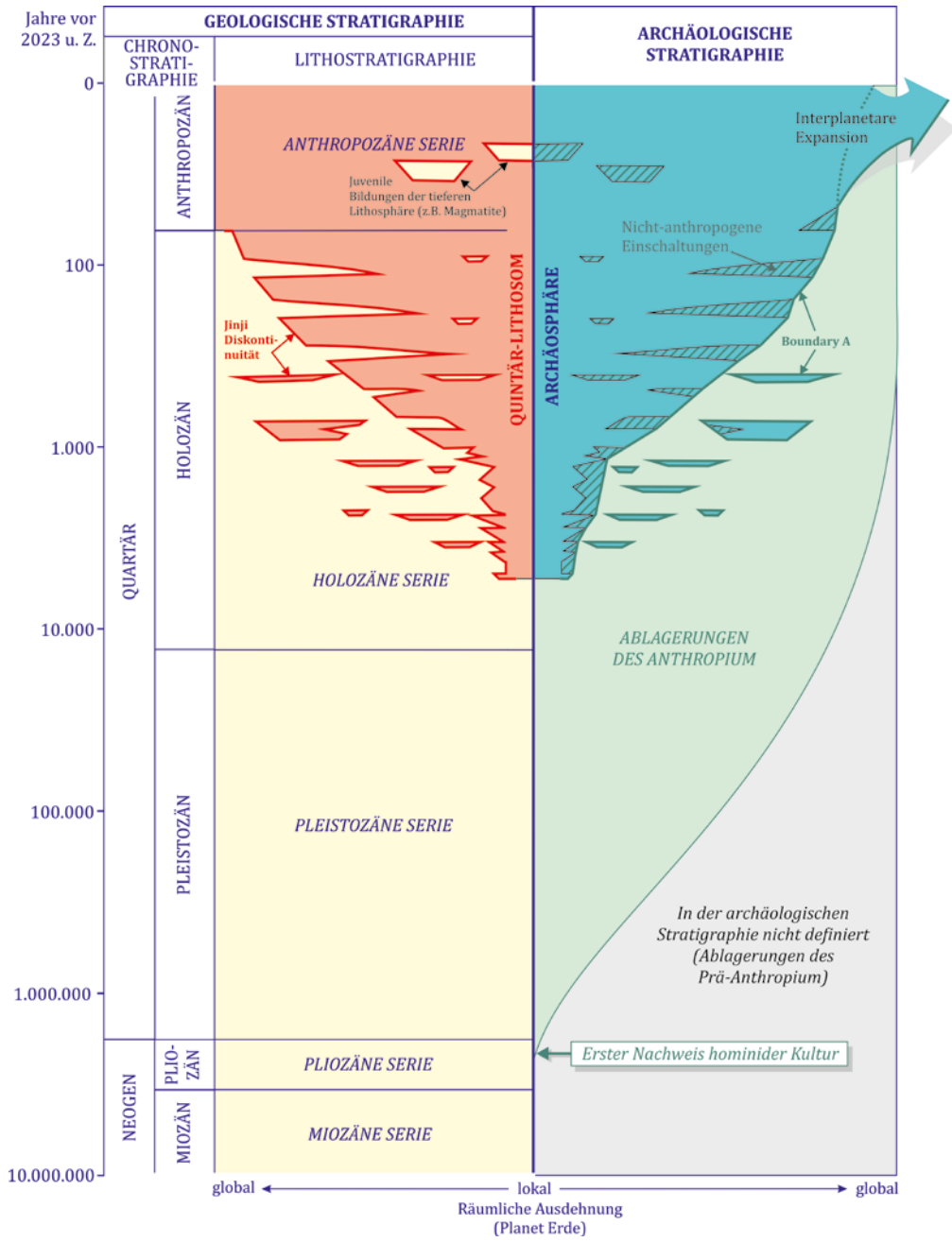


Abb. 3 Vorschlag für Stratigrafien des Zeitalters des Menschen, links für die Geologie (Chrono- und Lithostratigrafie, Quintär-Lithosom: orange), rechts für die Archäologie (Archäosphäre: türkis, Ablagerungen des Anthropium: grün). Eingelagerte nicht-anthropogene Ablagerungen in der Archäosphäre sind durch diagonale Schraffuren gekennzeichnet. Siehe Text für weitere Erläuterungen. Als Basis des Anthropozän wird 1945 u. Z. angenommen (nach Zalasiewicz et al. 2019a), andere absolute Grenzen nach Cohen et al. (2013, aktualisiert 2021), man beachte die logarithmische Zeitskala.

es *alle geologischen Schichten, die durch vom Menschen dominierte oder initiierte Prozesse gebildet wurden (implizit auf dem Planeten Erde). Der Nachweis dieser Schichten in der geologischen Überlieferung hängt von der empirischen Identifizierung physikochemischer Marker menschlicher Aktivitäten ab.*

Die *Dominanz menschlicher Aktivität* lässt sich durch das Vorhandensein zumindest eines der folgenden beiden Indikatoren nachweisen:

1. modifizierte oder neu gebildete geologische Körper, Gesteinstexturen und geomorphologische Charakteristika, die durch die Unterbrechung und/oder den Ersatz nicht-anthropogener geologischer Prozesse durch menschliche Aktivitäten entstehen, oder
2. anthropogene physikalisch-chemische Indikatoren, die die globale Interaktion menschlicher Aktivitäten mit der Lithosphäre, Atmosphäre und/oder Hydrosphäre belegen.

Beispielhafte Diskussionen solcher physikochemischen Marker finden sich z. B. in Crutzen & Stoermer (2000), Crutzen (2002), Ford et al. (2014), Lane et al. (2019) und Mayoral et al. (2020). Auf der makroskopischen Ebene manifestieren sich menschliche Aktivitäten geologisch in einem breiten Spektrum von texturellen, geomorphologischen, sowie die Zusammensetzung betreffenden Phänomenen der jeweiligen Ablagerungen (z. B. Jäger 1997; Zalasiewicz 2013; Ford et al. 2014; Williams et al. 2014; Goudie & Viles, 2016).

Hamilton & Grinevald (2015) haben argumentiert, dass Konzepte für das Zeitalter des Menschen, die dem des Anthropozäns (im Sinne von Crutzen & Stoermer 2000) historisch vorausgehen, nicht als Vorläufer des Letzteren betrachtet werden sollten. Diese Ansicht wurde durch den radikal anderen Ansatz des Anthropozäns als chronostratigrafischer Einheit begründet – ihrerseits definiert durch einen eindeutigen Wandel der Fähigkeit der Menschheit, dass Erdsystems zu verändern, die von der vorangegangenen allmählichen Entwicklung der menschlichen Kultur und Technologie abgekoppelt ist. Der Begriff „Quintär" bezieht sich jedoch auf die geologischen Produkte menschlicher Aktivitäten und berücksichtigt ihre laterale und vertikale Verzahnung mit nicht-anthropogenen Schichten. Dadurch bezeichnet er einen lithostratigrafischen Körper (auch informeller als „human stratum" bezeichnet, Zalasiewicz 2008), der ein Ausdruck der Prozesse, die die Grundlage für die Diagnose des Anthropozäns bilden, darstellt. Es handelt sich also eher um einen ergänzenden als um einen vorausgehenden oder alternativen Ansatz.

Für die gesamte Abfolge der anthropogenen Ablagerungen wurde zusammenfassend der Begriff *Archäosphäre* (Abb. 3) vorgeschlagen („archaeosphere", Capelotti 2009; Edgeworth 2014). Die Archäosphäre überlagert global die nicht-anthropogenen Ablagerungen mit einer basalen Diskordanz, die als *Jinji-Diskordanz* (Abb. 3; Nirei et al. 2012) oder *Boundary A* (Abb. 3; Edgeworth 2014, 2018; Edgeworth et al. 2015) bezeichnet wurde. Sie bietet einen alternativen Rahmen, um die geologischen Manifestationen menschlicher Aktivitäten unabhängig vom Beginn eines globalen Datums zu interpretieren. Eine konzeptionelle Harmonisierung der Archäosphäre mit dem Anthropozän (Abb. 3) ist jedoch noch nicht vollständig erreicht. Wie bereits angesprochen, stellt die Diachronie anthropogener oder anthropogen beeinflusster Ablagerungen ein methodisches Problem für eine chronostratigrafische Definition des Anthropozäns dar. Edgeworth

et al. (2015, 2019) schlugen vor, die Archäosphäre (als stratigrafische Einheit) mit dem Anthropozän zu verschmelzen und – entgegen der derzeitigen Zielsetzung – für Letzteres eine diachrone Basis zu akzeptieren. Alternativ schlugen sie vor, dass die Archäosphäre parallel zum Anthropozän als nicht-chronostratigrafische Einheit (ähnlich einer Biozone) etabliert werden könnte.

Beide Ansätze versuchen allerdings, zwei ganz unterschiedliche Stratigrafien zu synchronisieren: die geologische und die archäologische. Dies erweist sich als schwierig, denn ein diachron definiertes Anthropozän würde die Intention des Konzepts ähnlich verfehlen wie eine Neudefinition der Archäosphäre als Bio- oder Kulturzone. Eine solche stratigrafische Zone muss global definierbar sein, aber ihre physischen Manifestationen (im Sinne von archäologischen Spuren) könnten nicht überall vorhanden sein. In den verbleibenden Wildnisgebieten der Erde kann der globale menschliche Einfluss meist nur durch biogeochemische Methoden (z. B. Tracer in Sedimenten und atmosphärischen Gasen) nachgewiesen werden und nicht durch archäologische Befunde oder Texturveränderungen geologischer Körper. Darüber hinaus wird die Archäosphäre ausdrücklich so definiert, dass sie sich auch auf den Weltraum erstreckt und sich auf extraterrestrischen Himmelskörpern manifestiert, auf denen der Mensch Artefakte hinterlassen hat (Capelotti 2009), während die auf der Erde definierten geologischen Schichtkörper und Zeitalter an diesen Planeten gebunden sind. Im Vergleich wird deutlich, dass das Konzept des „Quintär" dem der Archäosphäre sehr ähnlich ist. Allerdings gibt es zwei wesentliche Unterschiede:

- Im Gegensatz zum „Quintär" kann die Archäosphäre Zwischenschichten ohne anthropogenen Einfluss (z. B. durch natürliche Überschwemmungen) enthalten,
- im Gegensatz zur Archäosphäre ist das „Quintär" ist außerhalb der Grenze der terrestrischen Lithosphäre nicht definiert (z. B. im interplanetaren Raum oder auf extraterrestrischen Körpern).

Der Begriff des „Quintär" hat den Vorteil, dass er vollständig in die terrestrische Geologie eingebettet wurde und in seinem Rahmen die Diachronie des Auftretens dieser geologischen Einheit sowie ihre lateral diskontinuierliche Verteilung anerkannt wird. Er empfiehlt sich daher, im Rahmen der *geologischen Stratigrafie* als nützlicher für geologische Einheiten, die durch menschliche Aktivitäten geschaffen oder physikalisch verändert wurden. Der historisch jüngere Begriff Archäosphäre sollte daher auf die Verwendung im Rahmen der *archäologischen Stratigrafie* beschränkt werden. Hier hat er aber den Vorteil, dezidiert die phyische Ausdehnung des gesamten menschlichen kulturellen Wirkungsraums – sogar über planetare Grenzen hinweg – zu berücksichtigen. Die von Menschen bewohnten und wachsenden Teile der Archäosphäre (z. B. aktive und entstehende Infrastruktur, urbane Gebiete u. s. w.) können mit Passerini (1984) als *Anthropostrome* bezeichnet werden. Die Untergrenze der Archäosphäre wird durch Boundary A markiert, eine Bezeichnung, die im archäologischen Kontext eingeführt wurde (Edgeworth 2014), und weitgehend ein Äquivalent zur Jinji-Diskordanz darstellt (Abb. 3).

Die Idee, das Vorhandensein menschlicher, fossiler oder kultureller Überreste als (bio-)stratigrafische Indikatoren in der geologischen Stratigrafie zu verwenden,

geht auf das 19. Jahrhundert zurück (Stoppani 1867, 1873; Pavlov 1922; Gerasimov 1979) und wurde kürzlich von Rull (2021) wiederbelebt. Die Fossilien von Hominiden sind jedoch vergleichsweise äußerst spärlich (z. B. Catt & Maslin 2012), und vor dem Erwerb fortgeschrittener technologischer Fähigkeiten durch *Homo sapiens* war der Einfluss von Hominiden auf Prozesse des Erdsystems unbedeutend. Dieser nahm nur allmählich zu, und ein dominanter und zunehmend kosmopolitischer physischer Beweis für das Vorhandensein von Menschen in der stratigrafischen Überlieferung fällt erst mit ihrer letzten phylogenetischen Stufe, seit dem späten Holozän, zusammen. Aus heutiger Sicht ist eine Biostratigrafie, die sich auf fossile oder kulturelle Überreste von Hominiden stützt, für die Geowissenschaften daher nicht sinnvoll. Aus dem gleichen Grund ist es auch nicht produktiv, das Quartär als „Anthropogen" (Pavlov 1922) neu zu definieren oder ein neues, geochronologisches „Quinär" oder eine „Quinärzeit" (Ter-Stepanian 1988) zu schaffen, die auf das Quartär bezüglich der Epoche des Anthropozän folgt. Letzteres kann mit voller Berechtigung dem Quartär zugeordnet bleiben, da trotz des beginnenden Massenaussterbe-Ereignisses (z. B. Cowie et al. 2022) bislang kein Faunen- und Florenschnitt stattgefunden hat, der nachweislich eine neue Periodengrenze rechtfertigen würde (vgl. auch Rull 2022; Marshall 2023). Ebenso sind hypothetische zukünftige stratigrafische Grenzen – wie sie zur Definition eines dem Holozän folgenden „Technogen" vorgeschlagen wurden (Ter-Stepanian 1988) – in der geologischen Stratigrafie nicht empfehlenswert.

Die menschliche (hominide) Kultur ist jedoch viel älter als ihre Fähigkeit, geologische Prozesse signifikant zu beeinflussen, und mehrere Millionen Jahre der Existenz empfindungsfähiger Menschen sind bereits vor der Entstehung von Boundary A und der Archäosphäre vergangen. Daraus folgt der Vorschlag, dieses Intervall in der archäologischen Stratigrafie als die *Phase der kulturellen Ausprägung der Hominiden* zu definieren und seine untere Grenze mit den ältesten anthropogenen Artefakten in der stratigrafischen Überlieferung (also an der Basis des unteren Paläolithikum (Catt & Maslin 2012) festzulegen. Eine solche übergreifende Definition für die Phase der kulturellen Aktivität des Menschen wurde bereits von Reboul (1833) vorweggenommen, und es empfiehlt sich m. E., seinen Begriff „période anthropéienne" als *Anthropium* (Engl. *Anthropian,* Frz. *Anthropéien,* Ital. *Anthropeano*) zu übernehmen. Das Anthropium (Abb. 3) kann als zeitliche Klammer aller Perioden der hominiden Vorgeschichte und Geschichte bis in die Gegenwart, also für den gesamten Zeitraum der Existenz der materiellen menschlichen Kultur, definiert werden. Seine Untergrenze wird durch das Auftreten der ältesten Steinwerkzeuge markiert, die in 3,3 Mio. Jahre alten pliozänen Ablagerungen Kenias gefunden wurden, und damit deutlich älter als die ältesten Skelettfunde der Gattung *Homo* sind (s. Harmand et al. 2015). Die Archäosphäre umfasst einen Teil der Ablagerungen des Anthropium. Darüber hinaus ist die Basis dieser Ablagerungen diachron, entsprechend der Ausbreitung der Hominiden und ihrer Technologie über den Globus und darüber hinaus. Während sie z. B. in Afrika bis in das Pliozän zurückreicht, liegt sie auf dem amerikanischen Doppelkontinent erst im Spätpleistozän und in der Antarktis sogar erst im jüngsten Holozän, genauer im späten 19. Jahrhundert u. Z.

Das Quintär-Lithosom

Betrachtet man die „Quintär"-Ablagerungen als lithostratigrafische Einheit, so lassen sie sich aus verschiedenen Gründen nur schwer in das formale Schema der hierarchischen stratigrafischen Nomenklatur einordnen. Erstens sind sie diachron und teilweise lateral diskontinuierlich in ihrer Ausdehnung sowie mit nicht-anthropogenen/nicht-technogenen Ablagerungen verzahnt. Zweitens umfassen anthropogen/technogen veränderte Ablagerungen eine enorme Bandbreite an Lithofazies, von anthropogenen Landschaften (z. B. Bauwerke) bis hin zur makroskopisch nicht sichtbaren Beimischung von anthropogenen Komponenten (z. B. anthropogene Radionuklide oder Mikroplastikpartikel) in nicht-anthropogen entstandenen Sedimenten (z. B. Tiefseeablagerungen, Abel et al. 2021). Die Vielfalt der geologischen Körper, die entweder durch menschliche Aktivitäten gebildet oder beeinflusst wurden, ist so groß, dass eine einzelne, formale lithostratigrafische Einheit als Formation oder Gruppe nicht ausreicht, um sie zu charakterisieren. Wenn jedoch das Anthropozän als geochronologische Einheit durch das globale Vorhandensein von anthropogenen physikalisch-chemischen Indikatoren in Sedimentsystemen definiert wird, könnte man argumentieren, dass die entsprechende *anthropozäne Serie* mit den „Quintär"-Ablagerungen vollständig übereinstimmt. Ein Kuriosum in diesem Zusammenhang ist, dass das Datum der Definition der „Quintär"-Ablagerungen (1908 u. Z.) dem vorgeschlagenen Beginn der Ablagerung der anthropozänen Ablagerungen (ca. 1945 u. Z.) um fast ein halbes Jahrhundert vorausgegangen wäre. Ein solcher Ansatz würde jedoch das Dilemma der diachronen Natur der holozänen anthropogenen/technogenen Ablagerungen nicht lösen. Alternativ wäre die Beschränkung der „quintären" Abfolge auf anthropogene Ablagerungen vor dem Anthropozän ebenfalls nicht zielführend, da die meisten anthropogenen Prozesse, die zur Entstehung dieser Einheit führen (z. B. Bodenveränderung durch Landwirtschaft), nahtlos vom Holozän in das Anthropozän übergehen.

Eine Lösung dieser Dilemmas könnte die Formalisierung der Quintär-Abfolge als *Lithosom* sein. Das Lithosom als informelle lithostratigrafische Einheit wurde zuerst von Wheeler & Mallory (in Fischer et al. 1954, Wheeler & Mallory 1957) vorgeschlagen und von Sando (1989) zu folgender Definition modifiziert:

> Ein vertikal und horizontal abgegrenzter Körper aus Sedimentgestein, der durch seine lithischen Zusammensetzung und die daraus abgeleitete genetische Bedeutung gekennzeichnet ist und der gegenseitig mit einem oder mehreren Körpern unterschiedlicher lithischer Beschaffenheit verzahnt ist. Ein Lithosom kann nachweislich diachron sein oder auch nicht, je nach der Überschreitung von Zeitebenen auf der Grundlage von Biozonen oder physikalischen Datierungsverfahren.
>
> Lithosome sind in ihrer Ausdehnung unabhängig von formalen lithostratigrafischen Einheiten, obwohl sie oft mit letzteren zusammenfallen. Die Altersbeziehungen ihrer vertikalen Grenzen werden biostratigrafisch, geochronologisch oder lithostratigrafisch bestimmt, ihre lateralen Grenzen durch regionale lithostratigrafische Analyse des gesamten Zeitintervalls, dass das Lithosom in seiner lateralen Ausdehnung einnimmt.
>
> Sando (1989: E3, Übersetzung aus dem Englischen)

Durch die Formalisierung als „Quintär-Lithosom" (Abb. 3) kann diese Abfolge durch das Auftreten von Komponenten oder Texturen definiert werden, die mit menschlichen Aktivitäten als signifikanten

Faktoren verbunden sind. Sie ist diachron, beginnend mit den ältesten, anthropogen veränderten oder geschaffenen Ablagerungen. In Abweichung von der derzeitigen Definition eines Lithosoms könnte eingewendet werden, dass isolierte Körper anthropogener Ablagerungen (z. B. Schutt im Umkreis temporärer holozäner menschlicher Siedlungen) isoliert von anderen anthropogenen Ablagerungen auftreten können (d. h., sie werden von nicht-anthropogenen Abfolgen unterlagert, überlagert und/oder seitlich begrenzt) und daher von einem kontinuierlichen anthropogenen Sedimentkörper losgelöst sind. Allerdings schließt die Definition eines Lithosoms eine solche Konfiguration nicht strikt aus. In Anbetracht der einzigartigen genetischen Bedeutung und der Art der Bildung gibt es gute Gründe, solche losgelösten Vorkommen in das Quintär-Lithosom einzubeziehen. Auch gegen den Namen selbst ist nichts einzuwenden, da Löns (1908) auf die relative Abfolge zum Quartär anspielte – zwar nicht im geochronologischen Sinne, aber doch in Übereinstimmung mit der Auffassung, dass das Quintär-Lithosom ausschließlich durch einen „neuen Akteur" in der Erdgeschichte gebildet wurde: den Menschen. Der Begriff hat auch den Vorteil, dass er sprachlich und kulturell neutral ist. Für die untere Grenze des Quintär-Lithosoms ist der Begriff *Jinji-Diskontinuität* angemessen, da er in einem geologischen Kontext eingeführt wurde (Nirei et al. 2012, Abb. 3). In noch unberührten Wildnisgebieten entspricht die Jinji-Diskontinuität dem ersten Auftreten von geochemischen Indikatoren für das Anthropozän (z. B. anthropogener Radionuklide) in der sedimentären Überlieferung. Es ist davon auszugehen, dass die Grenzfläche in diesen Regionen größtenteils stratigrafisch konform ist, daher mein Vorschlag, sie als Diskontinuität und nicht als Diskordanz zu definieren.

Während das Quintär-Lithosom in seiner Ausdehnung weitgehend mit der Archäosphäre auf dem Planeten Erde identisch ist, gibt es einige Unterschiede zu Letzterer: Die präanthropozäne Archäosphäre entspricht in ihrer Ausdehnung weitgehend dem holozänen Teil des Quintär-Lithosoms, wobei sie aber nicht-anthropogene Zwischenschichten (z. B. Überflutungablagerungen) einschließen kann, die definitionsgemäß nicht Teil des präanthropozänen Quintär-Lithosoms sind. Im Gegensatz zur Ausdehnung des anthropozänen Teils des Quintär-Lithosoms kann die Archäosphäre während des Anthropozäns dagegen geografisch auf diejenigen Regionen (auf der Erde und darüber hinaus) beschränkt sein, die vom Menschen absichtlich verändert wurden (z. B. durch Bau, Aushub, Landgewinnung usw.). Der anthropozäne Teil des Quintär-Lithosoms, der eine globale Verbreitung auf dem Planeten Erde erreicht, stellt möglicherweise fast vollständig die anthropozäne Abfolge dar – nur juvenile Bildungen der tieferen Lithosphäre (z. B. Magmatite) sollten vom Quintär-Lithosom ausgenommen sein, da sie als praktisch frei von anthropogenen Komponenten angenommen werden können. Die anthropozäne Abfolge des Quintär-Lithosoms zeichnet sich durch das globale Vorhandensein biogeochemischer Marker in den Sedimentablagerungen aus, die den globalen Einfluss menschlicher Aktivitäten auf die geologische Überlieferung belegt. Die Grenze zwischen der holozänen und der anthropozänen Serie ist sogar in vollständig anthropogenen, städtischen Ablagerungen durch das Einsetzen geochemischer Marker feststellbar (Meszar et al. 2021).

Schließlich würde eine Anerkennung des Quintär-Lithosoms die Neuklassifizierung

des Anthropozäns als stratigrafisches Ereignis und nicht als geochronologische Einheit, wie kürzlich von Gibbard et al. (2022) vorgeschlagen, nicht beeinträchtigen.

Schlussfolgerungen

In einem kurzen Aufsatz skizzierte Löns (1908) das Konzept einer „Quintärzeit", um die geologischen und biologischen Erscheinungsformen des Zeitalters des Menschen zu beschreiben. Während er sich auf zoogeografische Schlussfolgerungen konzentrierte, verfolgte er in Bezug auf das „Quintär" einen doppelten Ansatz: lithostratigrafisch („Quintär-Ablagerungen" oder „Quintär-Schicht") und faunistisch/zoogeografisch („Quintärfauna").

Während das zoogeografische Konzept der „Quintärfauna" in der Praxis nicht sinnvoll anwendbar ist, ist seine lithostratigrafische Definition nützlich und im Rahmen der modernen stratigrafischen Konzepte, die für das Zeitalter des Menschen diskutiert werden, immer noch pratikabel. Es füllt eine Lücke bei der Definition diachroner, anthropogener oder anthropogen beeinflusster Ablagerungen holozänen bis anthropozänen Alters im Rahmen der Chrono- und Lithostratigrafie. Daher kann das „Quintär" eine Zukunft haben, als Begriff und als Produkt laufender geologischer Prozesse im Erdsystem. Das Konzept war am Anfang des 20. Jahrhunderts seiner Zeit voraus im Hinblick auf die Forderung nach physischen Beweisen für den menschlichen Einfluss auf die Geologie. Wahrscheinlich, weil die erforderlichen Analysetechniken, um diese Beweise zu erbringen, noch nicht zur Verfügung standen, wurde es damals weitgehend ignoriert. Dagegen erlauben die heutigen geologischen und archäologischen Techniken, diese Voraussetzung zu erfüllen und das Konzept damit anwendbar zu machen.

Im Hinblick auf seine moderne Bedeutung lassen sich aus einer Neubewertung des Löns'schen „Quintär" folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Das „Quintär" wurde von Löns (1908) eindeutig und gültig als lithostratigrafische Einheit definiert. In der modernen Terminologie kann diese Einheit als Lithosom kategorisiert werden (sensu Sando 1989). Das Quintär-Lithosom umfasst alle geologischen Körper auf der Erde, die durch menschliche Aktivitäten entstanden sind oder maßgeblich modifiziert wurden.
- Das Quintär-Lithosom hat eine diachrone Basis (gekennzeichnet durch die Jinji-Diskontinuität) und ist in seinem unteren Teil vertikal und lateral mit nicht-anthropogenen Ablagerungen der holozänen Serie verzahnt. Der obere Teil bildet den Großteil der anthropozänen Serie (ausgenommen juveniler Krustenbildungen), hat eine globale Verbreitung und ist durch den Gehalt an anthropogenen Komponenten (makroskopisch bis mikroskopisch, bzw. molekular, z. B. Mikroplastikpartikel, anthropogene Radionuklide usw.), Texturen, Strukturen und/oder geochemischer Marker in anthropogenen und nicht-anthropogenen geologischen Systemen gekennzeichnet.
- In der archäologischen Stratigrafie ist die Archäosphäre auf der Erde weitgehend äquivalent zum Quintär-Lithosom. Die Archäosphäre repräsentiert Schichten, deren Bildung sich aufgrund einer signifikanten Unterbrechung nicht-anthropogener geologischer Prozesse durch

anthropogene/technogene Prozesse vollzogen hat. Im Gegensatz zum Quintär-Lithosom können in die Abfolge der Archäosphäre Schichten eingeschaltet sein, die durch nicht-anthropogene geologische Prozesse entstanden sind. Während ihre untere Grenze (Boundary A) weitgehend mit der Jinji-Diskontinuität übereinstimmt, erstreckt sie sich durch menschliche Artefakte und Aktivitäten im Weltraum über die Erde hinaus. Andererseits ist sie auf der Erde möglicherweise geografisch stärker eingeschränkt als das Quintär-Lithosom, da es auf der Erde noch Gebiete gibt, die keine wesentliche Veränderung ihrer natürlichen Sedimentationsprozesse durch technogene Eingriffe erfahren haben (z. B. Wildnisgebiete). Gleichzeitig und als Folge davon ist die Archäosphäre expansiv (während des Zeitraums, in dem sich die menschliche Zivilisation auf der Erde und darüber hinaus ausbreitet), während das Quintär-Lithosom per Definition bereits im Anthropozän eine globale Verbreitung auf der Erde einnimmt.

- Es gibt derzeit keine stratigrafische Rechtfertigung dafür, eine Nachfolgeperiode des Quartärs zu definieren. Die Epoche des Anthropozäns ist zu Recht in das Quartär eingebettet.
- Frühere Vorschläge, die jüngste Periode der Erdgeschichte durch die Annahme eines biostratigrafischen Schemas auf der Grundlage von Hominidenfossilien bzw. ihren kulturellen Manifestationen neu zu definieren, werden hier für den Bereich der geologischen Stratigrafie abgelehnt. Hominidenfossilien und anthropogene Artefakte eignen sich nicht für eine zuverlässige oder praktikable biostratigrafische Zonierung. Im Rahmen der archäologischen Stratigrafie wird jedoch meinerseits vorgeschlagen, die Phase der kulturellen Manifestationen der Hominiden (beginnend mit dem unteren Paläolithikum im Pliozän) als Anthropium zu definieren.

Die oben genannten Vorschläge stellen zwar modernisierte Terminologien und Anpassungen an aktuelle Konventionen dar, doch muss betont werden, dass diese Korrekturen im Vergleich zum ursprünglichen Konzept geringfügig sind. Der Beitrag von Hermann Löns zu wissenschaftlichen Debatten, die mehr als ein Jahrhundert später in den Geowissenschaften sowie in Bereichen, die von der Ökologie bis zur Philosophie geführt werden, verdient offenbar mehr Aufmerksamkeit, als er in der Vergangenheit erhalten hat.

Im Gegensatz zu seinen Vorläufern nahm Löns bereits den Ansatz des 21. Jahrhunderts für Definitionen vorweg, die auf physikalischen Erscheinungen und geologischen Beweisen beruhen. Sein theoretischer Rahmen ist auch frei von anthropozentrischen und theistischen Komponenten, die in den Diskussionen über den menschlichen Exzeptionalismus in der Natur im 19. Jahrhundert dominierten. Ursprünglich waren seine geowissenschaftlichen Überlegungen lediglich ein Hilfsrahmen für sein Ziel einer zoogeografischen Interpretation der lokalen Fauna. In ihrer Fokussierung auf eine sachliche Beschreibung bilden sie jedoch einen wertvollen und neuartigen Gegensatz zu vielen Vorläufern und ermöglichen eine nahezu nahtlose Integration in moderne Konzepte, die ebenfalls eine faktische Evidenz zu Grunde legen.

Danksagung

Ich bedanke mich bei der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover (NGH) den geowissenschaftlichen Lektoren Herrn Dr. Franz-Jürgen Harms und Frau Dr. Annette Richter für die Gelegenheit und Einladung, diese Arbeit in der Naturhistorica zu veröffentlichen sowie bei Herrn Dr. Dieter Schulz für das Proof-Reading. Besonderer Dank gilt Frau Dr. Annette Richter für ihr Interesse und ihre Unterstützung dabei, dieses Thema der NGH zu präsentieren, und Frau Silke Reinhold für die ehrenamtliche Redaktion und Verbesserung des englischen Manuskripts sowie dessen Rückübersetzung ins Deutsche. Die vielfache Unterstützung durch meine Ehefrau, Anna Hornung, ermöglichte die Fertigstellung dieser Arbeit.

Literatur

Abel, Serena M.; Primpke, Sebastian; Int-Veen, Ivo; Brandt, Angelika; Gerdts, Gunnar (2021): Systematic identification of microplastics in abyssal and hadal sediments of the Kuril Kamchatka trench. – Environmental Pollution, 269: 116095; Amsterdam.

Ager, Derek V. (1973): The Nature of the Stratigrafic Record; New York.

Arduino, Giovanni (1760): Due lettere […] sopra varie sue osservazioni naturali: Al Chiaris. Sig. Cavalier Antonio Vallisnieri professori di Storia Naturale nell'Università di Padova: Lettera Prima […] Sopra varie sue Osservazioni Naturali (Vizenca, 30 gennaio 1759): Lettera Seconda […] Sopra varie sue Osservazioni fatte in diverse parti del Territorio di Vicenza, ed altrove, appartinenti alla Teoria Terrestre, ed alla Mineralogia (Vizenca, 30 marzo 1759). – Nuova Raccolta di Opuscoli Scientifici e Filologici, 6: 99–180; Florenz.

Barry, Andrew; Maslin, Mark A. (2016): The politics of the Anthropocene: a dialogue. – Geo: Geography and Environment, 3(2): e00022; London.

Boettger, Caesar R. (1912): Die Molluskenfauna der preussischen Rheinprovinz. – Archiv für Naturgeschichte, 78A: 149-316; Berlin.

de Buffon, Georges-Louis L. (1779): Suppléments à l'Histoire Naturelle, Générale et Particuliére, V, Des Époques de la Nature; Paris.

Capelotti, Peter J. (2009): The Human Archaeology of Space: Lunar, Planetary and Interstellar Relics of Exploration; Jefferson.

Catt, John A.; Maslin, Mark A. (2012): The Prehistoric Human Time Scale. – In: Gradstein, Felix M.; Ogg, James G.; Schmitz, Mark; Ogg, Gabi (Hrsg.): The Geologic Time Scale 2012: 1011–1032; Amsterdam.

Cole, Grenville A. J. (1923): Man as a Geological Agent: An Account of His Actions on Inanimate Nature [book review]. – Nature, 111: 352–354; London.

Cohen, Kim M.; Finney, Stan C.; Gibbard, Philip L.; Fan, Jun-Xuan (2013, updated version 2021/07): The ICS International Chronostratigrafic Chart. – Episodes, 36: 199–204; Seoul.

Cowie, Robert H.; Bouchet, Philippe; Fontaine, Benoît (2022): The Sixth Mass Extinction: fact, fiction, or speculation? – Biological Reviews, 97: 640–663; Cambridge.

Crutzen, Paul J. (2002): Geology of mankind. – Nature, 415: 23; London.

Crutzen, Paul J.; Stoermer, Eugene F. (2000): The "Anthropocene". – Global Change Newsletter, 41: 17-18; Stockholm.

Dana, James D. (1863): Manual of Geology; Philadelphia.

Desnoyers, Jules (1829): Obervations sur un ensemble de dépots marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte: précedées d'un apercu de la nonsimultanéité des bassins tertiaires. – Annales scientifiques naturelles, 16: 171–214; Paris.

Dupke, Thomas (1993): Mythos Löns. Heimat,

Volk und Natur im Werk von Hermann Löns; Wiesbaden.
Edgeworth, Matt (2014): Archaeology of the Anthropocene: Introduction. – Journal of Contemporary Archaeology, 1: 73–77; Sheffield.
Edgeworth, Matt (2018): More than just a record: active ecological effects of archaeological strata. – In: Torres de Souza, Marcos A.; Menezes Costa, Diogo (Hrsg.): Historical Archaeology and Environment: 19–40; Cham.
Edgeworth, Matt; Richter, Dan deB.; Waters, Colin; Haff, Peter; Neal, Cath; Price, Simon J. (2015): Diachronous beginnings of the Anthropocene: The lower bounding surface of anthropogenic deposits. – The Anthropocene Review, 2(1): 33–58; Los Angeles.
Edgeworth, Matt; Ellis, Erle C.; Gibbard, Philippe L.; Neal, Cath; Ellis, Michael (2019): The chronostratigraphic method is unsuitable for determining the start of the Anthropocene. – Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 43(7): 334–344; Los Angeles.
Emiliani, Cesare (1993): Calendar reform. – Nature, 366: 716; London.
Emiliani, Cesare (1994): Calendar reform for the year 2000. – Eos, 75(19): 218; Washington D.C.
Federighi, Valeria (2013): The Anthropozoic Era: Excerpts from Corso di Geologia. – Scapegoat, 5: 346–353; Gardena.
Fersman, Alexander E. (1934): Geokhimiia. II; Leningrad.
Fischer, Ernst (1916): Der Mensch als geologischer Faktor. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 67(für 1915): 106–148; Berlin.
Fischer, Alfred G.; Wheeler, Harry E.; Mallory, Victor S. (1954): Arbitrary cut-off in stratigraphy. Discussion – Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 38(5): 926–931; Tulsa.
Ford, Jonathan R.; Price, Simon J.; Cooper, Anthony H.; Waters, Colin N. (2014): An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits. In: Waters, Colin N.; Zalasiewicz, Jan A.; Williams, Mark; Ellis, Michael A.; Snelling, Andrea M. (Hrsg.): A stratigraphical basis for the Anthropocene. – Geological Society, London, Special Publications, 395: 55–89; London.
Gale, Stephen J.; Hoare, Peter G. (2012): The stratigraphic status of the Anthropocene. – The Holocene, 22(12): 1491–1494; Los Angeles.
Gerasimov, Innokentii P. (1979): Anthropogene and its major problem. – Boreas, 8(1): 23–30; Hoboken.
Gibbard, Philippe L. (2019): Giovanni Arduino – the man who invented the Quaternary. – Quaternary International, 500: 11–19; Amsterdam.
Gibbard, Philippe L.; Bauer, Andrew M.; Edgeworth, Matt; Ruddiman, William F.; Gill, Jacquelyn L.; Merritts, Dorothy J.; Finney, Stanley C.; Edwards, Lucy E.; Walker, Michael J.C.; Maslin, Mark A.; Ellis, Erle C. (2022): A practical solution: the Anthropocene is a geological event, not a formal epoch. – Episodes, 45: 349–357; Seoul.
Grinevald, Jacques; McNeill, John; Oreskes, Naomi; Steffen, Will; Summerhayes, Colin P.; Zalasiewicz, Jan (2019): History of the Anthropocene concept. – In: Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Williams, Mark; Summerhayes, Colin P. (Hrsg.): The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to Scientific Evidence and Current Debate: 4–11; Cambridge.
Goudie, Andrew S.; Viles, Heather A. (2016): Geomorphology in the Anthropocene; Cambridge.
Hamilton, Clive (2016): The Anthropocene as rupture. – The Anthropocene Review, 3(2): 93–106; Los Angeles.
Hamilton, Clive; Grinevald, Jacques (2015): Was the Anthropocene anticipated? – The Anthropocene Review, 2(1): 59–72; Los Angeles.
Harmand, Sonia; Lewis, Jason E.; Feibel, Craig S.; Lepre, Christopher J.; Prat, Sandrine; Lenoble, Arnaud; Boës, Xavier; Quinn, Rhonda L.; Brenet, Michel; Arroyo, Adrian; Taylor, Nicholas; Clément, Sophie; Daver, Guillaume; Brugal, Jean-Philippe; Leakey, Louise; Mortlock, Richard A.; Wright, James D.; Lokorodi, Sammy; Kirwa, Christopher; Kent, Dennis V.; Roche, Hélène (2015): 3.3-million-year old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. – Nature, 521: 310–315; London.

Haughton, Samuel (1865): Manual of Geology; London.

Häusler, Heinrich (1959): Das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen. Eine Vorstudie zur Anthropogeologie als allgemeines Ergebnis geologisch-technischer Untersuchungen im Großraum von Linz. – Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz, 1959: 163–319; Linz.

Häusler, Hermann (2016): Die Menschheit als geologischer Faktor: Von der Anthropogeologie zur Umweltgeoforschung im Anthropozän. – Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 118: 20–65; Wien.

Head, Martin J.; Steffen, Will; Fagerlind, David; Waters, Colin N.; Poirier, Clement; Syvitski, Jaia; Zalasiewicz, Jan A.; Barnosky, Anthony D.; Cearreta, Alejandro; Jeandel, Catherine; Leinfelder, Reinhold; McNeill, John R.; Rose, Neil L.; Summerhayes, Colin; Wagreich, Michael; Zinke, Jens (2022a): The Great Acceleration is real and provides a quantitative basis for the proposed Anthropocene Series/Epoch. – Episodes, 45: 359–376; Seoul.

Head, Martin J.; Zalasiewicz, Jan A.; Waters, Colin N.; Turner, Simon D.; Williams, Mark; Barnosky, Anthony D.; Steffen, Will; Wagreich, Michael; Haff, Peter K.; Syvitski, Jaia; Leinfelder, Reinhold; McCarthy, Francine M. G.; Rose, Neil L.; Wing, Scott L.; An, Zhisheng; Cearreta, Alejandro; Cundy, Andrew B; Fairchild, Ian J.; Han, Yongming; Ivar do Sul, Juliana A.; Jeandel, Catherine; McNeill, John R.; Summerhayes, Colin P. (2022b): The Anthropocene is a prospective epoch/series, not a geological event. – Episodes, https://doi.org/10.18814/epiiugs/2022/022025

Heringman, Noah (2016): Buffons Époches de la Nature (1778) und die Tiefenzeit im Anthropozän. – Zeitschrift für Kulturwissenschaften, 10(1): 73–85; Bielefeld.

Hohl, Rudolf (1974): Anthropogene Endo- and Exodynamik im Territorium, ein neues Grenzgebiet zwischen Geologie, Geografie, Technik und Ökonomie. – Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, 2(8): 947–961; Berlin.

Jäger, Klaus-Dieter (1997): Anthropogene Ablagerungen im Holozän. – Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge, 4(2): 89–96; Cottbus.

Jäger, Klaus-Dieter; Bernhardt, Arnd (1995): Historische Aspekte anthropogenen Umweltwandels während der letzten 10 Jahrtausende. – In: Kowalkowski, Alojzy (Hrsg.): Monitoring antropogenicznych krajobrazów w srodkowej i wschodniej Europie, IV Kolloquium EIPOS: 129–142; Warschau.

Jenkyn, Thomas (1854): Lessons in Geology, Chapter IV: On the Effects of Organic Agents on the Earth's Crust. Section IV: The Results of the Agency of Man. – The Popular Educator, 4: 139–141; London.

Kalela, Olavi (1938): Über die regionale Verteilung der Brutvogelfauna im Flussgebiet des Kokemäenjoki. – Annales Zoologici Societas Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo, 5(9): 1–297; Helsinki.

Kalela, Olavi (1942): Die Ausbreitung der kulturbedingten Vogelfauna als Glied der spätquartären Faunengeschichte Europas. – Ornis Fennica, 19(1): 1–23; Helsinki.

Kaune, Rainer (2014): Lieben, Leben, Leiden. Hermann Löns in Hannover, Schaumburg-Lippe und der Lüneburger Heide; Erfurt.

Klegarth, Amy R. (2017): Synanthropy. – In: Fuentes, Agustín (Hrsg.): The International Encyclopedia of Primatology; Hoboken, https://doi.org/10.1002/9781119179313.wbprim0448

Kress, John W.; Stine, Jeffrey K. (2017): Living in the Anthropocene: Earth in the Age of Humans; Washington D.C.

Kückens, Mathis (2018): Die Große Beschleunigung; Bonn.

Lane, Stuart N.; Bakker, Maarten; Costa, Anna; Girardclos, Stéphanie, Loizeau, Jean-Luc; Molnar, Peter; Silva, Tiago; Stutenbecker, Laura; Schlunegger, Fritz (2019): Making stratigraphy in the Anthropocene: climate change impacts and economic conditions controlling the supply of sediment to Lake Geneva. – Scientific Reports, 9: 8904(2019); London https://doi.org/10.1038/s41598-019-44914-9

LeConte, Joseph (1877): On critical periods in the history of the Earth and their relation to evolution: and on the Quaternary as such a period. – The American Naturalist, 11(9): 540–557; Chicago.

LeConte, Joseph (1878): Elements of Geology; New York City.
Lewis, Simon L.; Maslin, Mark A. (2015): Defining the Anthropocene. – Nature, 519: 171–180; London.
Löns, Hermann (1905): Bitte, die Wirbeltierfauna von Hannover betreffend. – Jahresberichte der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 50–54: 247–264; Hannover.
Löns, Hermann (1908): Die Quintärfauna von Norddeutschland. – Jahresberichte der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 55–57: 117–127; Hannover.
Löns, Hermann (1910): Das Quintär und seine Fauna. – Kosmos, 7: 447–449; Stuttgart.
Malhi, Yadvinder (2017): The concept of the Anthropocene. – Annual Review of Environment and Resources, 42: 77–104; San Mateo.
Marsh, George P. (1864): Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action; New York City.
Marsh, George P. (1874): The Earth as Modified by Human Action; New York City.
Marshall, Charles R. (2023): Forty years later: The status of the "Big Five" mass extinctions. – Cambridge Prisms: Extinction, 1, e5: 1–13; Cambridge.
Maslin, Mark A.; Lewis, Simon L. (2015): Anthropocene, Earth System, geological, philosophical and political paradigm shifts. – The Anthropocene Review, 2(2): 108–116; Los Angeles.
Mayoral, Alfredo; Granai, Salomé; Develle, Anne-Lise; Peiry, Jean-Luc; Miras, Yannick; Couderc, Florian; Vernet, Gérard; Berger, Jean-François (2020): Early human impact on soils and hydro-sedimentary systems: Multi-proxy geoarchaeological analyses from La Narse de la Sauvetat (France). – The Holocene, 30(2): 1780–1800; Los Angeles.
Menzel, Hans (1909): Über die Quartärfaunen im nördlichen Vorlande des Harzes und die Nehring'sche Steppenhypothese. – Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1909, 87–94; Stuttgart.
de Mercey, Napoléon (1877): Sur la classification de la période Quaternaire en Picardie. – Mémoires de la Société Linnéenne du Nord de la France, 4: 18–28; Amiens.
Meszar, Maria; Hain, Karin; Wagreich, Michael; Lappé, Kira; Mosser, Martin; Hornek, Katrin; Koukal, Veronika; Litschauer, Constance; Piperakis, Nikolaos (2021): Tracing the Anthropocene bomb-spike in urban strata of Vienna. – EGU General Assembly 2021: 19–30 Apr 2021, EGU21-11930, https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-11930
Nichols, Kyle; Gogineni, Bina (2018): The Anthropocene's dating problem: Insights from the geosciences and the humanities. – The Anthropocene Review, 5(2): 107–119; Los Angeles.
Nielsen, Ron W. (2021): The Great Deceleration and proposed alternative interpretation of the Anthropocene. – Episodes, 44: 107–114; Seoul.
Nielsen, Ron W. (2022): Anthropogenic data question the concept of the Anthropocene as a new geological epoch. – Episodes, 45: 257–264; Seoul.
Nirei, Hisashi; Furuno, Kunio; Osamu, Kazaoka; Marker, Brian; Satkunas, Jonas (2012): Classification of man-made strata for assessment of geopollution. – Episodes, 35: 333–336; Seoul.
Oliveira, Antonio M. dos S.; Peloggia, Alex U. G., (2014): The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal implications of the geological actions of humankind. – Quaternary and Environmental Geosciences, 5(2), 103–111; Curitiba.
von Pávai-Vajna, Franz (1911): Über den Löß des siebenbürgischen Beckens. – Jahresbericht der königlich-ungarischen Geologischen Reichsanstalt, 1909: 226–250; Budapest.
Pavlov, Aleksej P. (1922): Epoques glaciaires et interglaciaires de l'Europe et leur rapport a l'histoire de l'homme fossile. – Byulleten' moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody, Otdel geologii, Novaya seriya, 31: 23–76; Moskau.
Passerini, Pietro (1984): The ascent of the anthropostrome: A point of view on the man-made environment. – Environmental Geology and Water Sciences, 6: 211–221; Heidelberg.
Periman, Richard D. (2006): Visualizing the Anthropocene: Human land use history and environmental management. – USDA Forest

Service Proceedings, RMRS-P-42CD: 558-564; Fort Collins.
Petrbok, Jaroslav (1929): Die holozänen Mollusken der Hochfläche bei Bela über dem Meer in Bulgarien. – Archiv für Molluskenkunde, 61: 288–290; Stuttgart.
Petrbok, Jaroslav (1939): Die Mollusken des unteren Holozäns von Celakovice an der Elbe. – Archiv für Molluskenkunde, 71: 138–143; Stuttgart.
Pillans, Bradley; Gibbard, Philip (2012): The Quaternary Period. – In: Gradstein, Felix M.; Ogg, James G.; Schmitz, Mark; Ogg, Gabi (Hrsg.): The Geologic Time Scale 2012: 979–1010; Amsterdam.
Reboul, Henri (1833): Géologie de la Période Quaternaire et Introduction a l'Histoire Ancienne; Paris.
Ruddiman, William F. (2003): The atmospheric greenhouse era began thousands of years ago. – Climatic Change, 61(3): 261–293; Heidelberg.
Ruddiman, William F. (2013): The Anthropocene. – Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 41: 4.1–4.24; San Mateo.
Ruddiman, William F. (2018): Three flaws in defining a formal 'Anthropocene'. – Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 42(4): 451–461; Los Angeles.
Ruddiman, William F.; He, Feng; Vavrus, Steve J.; Kutzbach, John E. (2020): The early anthropogenic hypothesis: A review. – Quaternary Science Reviews, 240, 106386; Amsterdam.
Rull, Valentí (2016a): The Humanized Earth System (HES). – The Holocene, 26(9): 1513–1516; Los Angeles.
Rull, Valentí (2016b): The 'Anthropocene': A requiem for the Geologic Time Scale? – Quaternary Geochronology, 36: 76–77; Amsterdam.
Rull, Valentí (2021): The Anthropozoic era revisited. – Lethaia, 54(3): 289–299; Oslo.
Rull, Valentí (2022): Biodiversity crisis or sixth mass extinction? – EMBO reports, 23: e54193; Heidelberg.
Sando, William J. (1989): HUM Lithosome: An example of regional stratigraphic synthesis in the Mississippian of the Western Interior Region of the United States. – U.S. Geological Survey Bulletin, 1881: E1–E17; Denver.
Sherlock, Robert L. (1922): Man as a Geological Agent: An Account of His Actions on Inanimate Nature; London.
Simpson, George G. (1949): The Meaning of Evolution. A Study of the History of Life and of its Significance for Man; New Haven.
Smith, Bruce D.; Zeder, Melinda A. (2013): The onset of the Anthropocene. – Anthropocene, 4: 8–13; Amsterdam.
Steffen, Will; Grinevald, Jacques; Crutzen, Paul; McNeill, John (2011): The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. – Philosophical Transactions of the Royal Society A, 369(1938): 842–867; London.
Steffen, Will; Broadgate, Wendy; Deutsch, Lisa; Gaffney, Owen; Ludwig, Cornelia (2015): The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. – The Anthropocene Review, 2: 81–98; Los Angeles.
Steffen, Will; Leinfelder, Reinhold; Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Williams, Mark; Summerhayes, Colin; Barnosky, Anthony D.; Cearreta, Alejandro; Crutzen, Paul; Edgeworth, Matt; Ellis, Erle C.; Fairchild, Ian J.; Galuszka, Agnieszka; Grinevald, Jacques; Haywood, Alan; Ivar do Sul, Juliana; Jeandel, Catherine; McNeill, John R.; Odada, Eric; Oreskes, Naomi; Revkin, Andrew; Richter, Daniel deB.; Syvitski, James; Vidas, Davor; Wagreich, Michael; Wing, Scott L.; Wolfe, Alexander P.; Schellnhuber, Hans J. (2016): Stratigrafic and Earth System approaches to defining the Anthropocene. – Earth's Future, 4, doi:10.1002/2016EF000379.
Stoppani, Antonio (1867): Note ad un Corso Annuale di Geologia, Band II; Mailand.
Stoppani, Antonio (1873): Corso di Geologia, Band II; Mailand.
Suess, Eduard (1862): Der Boden der Stadt Wien nach seiner Bildungsweise, Beschaffenheit, seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben. Eine geologische Studie; Wien.
Sümer, Ökmen; Alak, Akin; Tekin, Arman (2020): Antropojen ve Antroposen Kavramlarının Tarihisel Gelişimine Yerbilimsel Bir Bakiş. – Türkiye Jeoloji Bülteni, 63: 1–20; Ankara.
Ter-Stepanian, George (1988): Beginning of the Technogene. – Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 38: 133–142; Heidelberg.

Thober, Benjamin (2019): „Natur unter Menschenhand"? Zur Historisierung des Anthropozoikum-Konzepts von Hubert Markl im Hinblick auf die aktuelle Anthropozän-Debatte. – Revue d'Allemagne et des pays de langue allemande, 52(2): 303–319; Straßburg.

Toivanen, Tero; Lummaa, Karoliina; Majava, Antti; Järvensivu, Paavo; Lähde, Ville; Vadén, Tere; Eronen, Jussi T. (2017): The many Anthropocenes: A transdisciplinary challenge for the Anthropocene research. – The Anthropocene Review, 4(3): 183–198; Los Angeles.

Vézian, Alexandre (1863): Prodrome de Géologie. Tome Premiere; Paris.

Vézian, Alexandre (1865): Prodrome de Géologie. Tome Troisième; Paris.

Vohland, Albert (1914): Der schneckenführende Elstermergel von Rüssen-Storkwitz. – Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, Jahresbericht, 1913: 12–26; Dresden.

Waters, Colin N.; Syvitski. James P. M.; Gałuszka, Agnieszka; Hancock, Gary J.; Zalasiewicz, Jan; Cearreta, Alejandro; Grinevald, Jacques; Jeandel, Catherine; McNeill, John R.; Summerhayes, Colin; Barnosky, Anthony (2014a): Can nuclear weapons fallout mark the beginning of the Anthropocene Epoch? – Bulletin of the Atomic Scientists, 71(3): 46–57; Los Angeles.

Waters, Colin N.; Zalasiewicz, Jan A.; Williams, Mark; Ellis, Michael A.; Snelling, Andrea M. (2014b): A stratigrafical basis for the Anthropocene. – Geological Society, London, Special Publications, 395: 1–321; London.

Waters, Colin N.; Zalasiewicz, Jan; Summerhayes, Colin; Fairchild, Ian J.; Rose, N. L., Loader, Neil J.; Shotyk, William; Cearreta, Alejandro; Head, Martin J.; Syvitski, James P. M.; Williams, Mark; Wagreich, Michael; Barnosky, Anthony D.; An, Zhisheng; Leinfelder, Reinhold; Jeandel, Catherine; Gałuszka, Agniezka, Ivar do Sul, Juliana A.; Gradstein, Felix; Steffen, Will; McNeill, John R.; Wing, Scott; Poirier, Clément; Edgeworth, Matt (2018): Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Anthropocene Series: Where and how to look for potential candidates. – Earth-Science Reviews, 178: 379–429; Amsterdam.

Waters, Colin N.; Turner, Simon D. (2022): Defining the onset of the Anthropocene. – Science, 378(6621): 706–708; Washington D.C.

Williams, Mark; Zalasiewicz, Jan A.; Waters, Colin N.; Landing, Ed (2014): Is the fossil record of complex animal behaviour a stratigraphical analogue for the Anthropocene? – In: Waters, Colin N.; Zalasiewicz, Jan A.; Williams, Mark; Ellis, Michael A.; Snelling, Andrea M. (Hrsg.): A stratigraphical basis for the Anthropocene. – Geological Society, London, Special Publications, 395: 143–148; London.

Wheeler, Harry E.; Mallory, Victor S. (1956): Factors in lithostratigraphy. – Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 40(11): 2711–2723; Tulsa.

Whewell, William (1853): Of the Plurality of Worlds: An Essay; London.

Wolterstorff, Willy (1938): Hermann Löns als Zoologe. – Abhandlungen und Berichte aus dem Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in Magdeburg, 6: 369–381; Magdeburg.

Zalasiewicz, Jan (2008): The Earth After Us: What Legacy Will Humans Leave in the Rocks?; Oxford.

Zalasiewicz, Jan (2013): The unique inner landscape of the Anthropocene. – EGU General Assembly, Geophysical Research Abstracts, 15: EGU2013–1015; Wien.

Zalasiewicz, Jan; Williams, Mark; Smith, Alan; Barry, Tiffany L.; Coe, Angela L; Brown, Paul R.; Brenchley, Patrick; Cantrill, David; Gale, Andrew; Gibbard, Philip; Gregory, F. John; Hounslow, Mark W.; Kerr, Andrew C.; Pearson, Paul; Knox, Robert; Powell, John; Waters, Colin; Marshall, John; Oates, Michael; Rawson, Peter; Stone, Philip (2008): Are we now living in the Anthropocene? – GSA Today, 18: 4–8; Boulder.

Zalasiewicz, Jan; Crutzen, Paul J.; Steffen, Will (2012): The Anthropocene. – In: Gradstein, Felix M.; Ogg, James G.; Schmitz, Mark; Ogg, Gabi (Hrsg.): The Geologic Time Scale 2012: 1033–1040; Amsterdam.

Zalasiewicz, Jan A.; Williams, Mark; Waters,

Colin N. (2014): Can an Anthropocene Series be defined and recognised? – In: Waters, Colin N.; Zalasiewicz, Jan A.; Williams, Mark; Ellis, Michael A.; Snelling, Andrea M. (Hrsg.): A stratigraphical basis for the Anthropocene. – Geological Society, London, Special Publications, 395: 39–53; London.

Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Wolfe, Alexander P.; Barnosky, Anthony D.; Cearreta, Alejandro; Edgeworth, Matt; Ellis, Erle C.; Fairchild, Ian J.; Gradstein, Felix M.; Grinevald, Jacques; Haff, Peter; Head, Martin J.; Ivar do Sul, Juliana A.; Jeandel, Catherine; Leinfelder, Reinhold; McNeill, John R.; Oreskes, Naomi; Poirier, Clément; Revkin, Andrew; Richter, Daniel deB.; Steffen, Will; Summerhayes, Colin; Syvitski, James P. M.; Vidas, Davor; Wagreich, Michael; Wing, Scott; Williams, Mark (2017): Making the case for a formal Anthropocene Epoch: an analysis of ongoing critiques. – Newsletters on Stratigraphy, 50(2): 205–226; Stuttgart.

Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Williams, Mark; Summerhayes, Colin (2019a): The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to Scientific Evidence and Current Debate; Cambridge.

Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Head, Martin J.; Poirier, Clément; Summerhayes, Colin P.; Leinfelder, Reinhold; Grinevald, Jacques; Steffen, Will; Syvitski, James; Haff, Peter; McNeill, John R.; Wagreich, Michael; Fairchild, Ian J.; Richter, Daniel deB.; Vidas, Davor; Williams, Mark; Barnosky, Anthony D.; Cearreta, Alejandro (2019b): A formal Anthropocene is compatible with but distinct from its diachronous anthropogenic counterparts: A response to W.F. Ruddiman's 'three flaws in defining a formal Anthropocene'. – Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 43(3): 319–333; Los Angeles.

Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Ellis, Erle C.; Head, Martin J.; Vidas, Davor; Steffen, Will; Thomas, Juliana A.; Horn, Eva; Summerhayes, Colin P.; Leinfelder, Reinhold; McNeill, John R.; Gałuszka, Agnieszka; Williams, Mark; Barnosky, Anthony D.; Richter, Daniel deB.; Gibbard, Philip L.; Syvitski, James; Jeandel, Catherine; Cearreta, Alejandro; Cundy, Andrew B.; Fairchild, Ian J.; Rose, Neil .L.; Ivar do Sul, Juliana A., Shotyk, William; Turner, Simon; Wagreich, Michael; Zinke, Jens (2021): The Anthropocene: Comparing its meaning in geology (chronostratigraphy) with conceptual approaches arising in other disciplines. – Earth's Future, 9(3): e2020EF001896; Washington D.C.

Arbeit eingereicht: 20.12.2021
Arbeit angenommen: 02.11.2022

Anschrift des Verfassers:
Jahn Jochen Hornung
Fuhlsbüttler Straße 611
22337 Hamburg
E-Mail: jahn.hornung@yahoo.de

Vorsatzbild S. 95:
Der Fuß einer Wehrmauer der Hohkönigsburg (Château du Haut-Koenigsbourg, Elsass, Frankreich), der direkt mit dem durch Erosion freigelegten Buntsandsteinfelsen (Grés vosgien, Untertrias) darunter verzahnt ist, verdeutlicht ein typisches Beispiel für das Quintär-Lithosom – hier repräsentiert durch das menschliche Bauwerk – und der Jinji-Diskontinuität als Grenzfläche. Bei der Burg handelt es sich geologisch um ein Beispiel für die anthropogene Neubildung eines Gesteinskörpers, der aus technogen überarbeiteten und resedimentierten Komponenten des Buntsandstein besteht. Gleichzeitig ist sie Bestandteil der Archäosphäre, zum Liegenden abgegrenzt durch Boundary A, in der archäologischen Terminologie. Foto: Jahn Hornung 2019.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturhistorica - Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 2022-2023

Band/Volume: 164-165

Autor(en)/Author(s): Hornung Jahn Jochen

Artikel/Article: Hermann Löns' „Quintär" 95-121