© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mitt. Österr. Geol. Ges.	ISSN 0251-7493	93 (2000)	181-185	Wien, Juni 2003

Kulturgeologie – Beispiele aus Antike und Neuzeit

VON W. VETTERS[1]

1. Präambel

Der neue Begriff „Kulturgeologie" gilt nicht synonym für eine neue Disziplin der Geowissenschaften, sondern soll einen neuen Blickwinkel ermöglichen, um die Geowissenschaften insgesamt für die Öffentlichkeit attraktiver präsentieren zu können. In diesem „kulturgeologischen" Sinn ausgesprochen, heißt das: Aus einer Fülle vieler bekannter Mosaiksteinchen soll ein neues Mosaik geschaffen werden.

2. Beschreibung des Begriffes Kulturgeologie

Die Kulturgeologie stellt die interaktiven Bereiche der Geo- mit den Kulturwissenschaften in den Vordergrund. Die frühen kulturhistorischen Perioden der Menschheit wurden 1843 von MONTELIUS (zit. n. PLOETZ, K. 1938) in die klassische Trinität Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit gegliedert, und damit wurde die Bedeutung der Geosphäre für den Menschen deutlich gemacht. Die Geosphäre bildet bekanntlich die Voraussetzung für die Kulturgeschichte bzw. Entwicklungsgeschichte der Menschheit, nur – und das ist bedauerlich – ist das dem Menschen von heute überhaupt nicht mehr bewusst.

Das „neue Mosaik" soll dieses Bild wieder in den Vordergrund rücken, denn schließlich und endlich ist der Mensch des 21. Jahrhunderts mehr denn je auf die Geosphäre angewiesen.

3. Die Kulturgeologie kann in zwei Hauptgruppen unterteilt werden:

3.1. Historische Kulturgeologie

Als Historische Kulturgeologie werden jene Bereiche der Geowissenschaften und der Kulturwissenschaften, die miteinander auf das engste verknüpft sind, bezeichnet, welche die komplexen Vernetzungen der Entwicklungsgeschichte der menschlichen Kultur in Abhängigkeit der geogenen Voraussetzungen erforschen.

3.2. Aktuelle Kulturgeologie

Der Begriff Aktuelle Kulturgeologie soll jenen Bereich abdecken, der die Eingriffe und die damit verknüpften Schäden in der Geosphäre minimieren soll. I. w. S. wird dafür auch der Begriff Umweltgeologie verwendet. Die Erweiterung dieses Begriffes ist jedoch notwendig, um vor allem die geowissenschaftlichen Grundlagen für die nachhaltige Rohstoffsicherung bzw. Rohstoffrückgewinnung zu schaffen, denn die fehlen weitgehend.

4. Aufgaben der Kulturgeologie

Die große Vielfalt der Möglichkeiten, in der die Geowissenschaften den Kulturwissenschaften neue Denkmodelle und Grundlagen liefern können und müssen, sprengt den Rahmen dieser Publikation und kann daher nur exemplarisch aufgezählt werden. Hier ist jeder, der sich mit der „Kulturgeologie" anfreunden kann, gefordert, mit seinen eigenen Ideen das Spektrum zu erweitern.

Die Aufgabe der Kulturgeologie besteht somit in der Erforschung der (des)

für die weitere Menschheitsentwicklung notwendigen Rohstoffe aus der Erdkruste und der damit verknüpften Kulturgeschichte
Abhängigkeit der „Kultursprünge" durch neue Rohstofftechnologien (6.1.1 und 6.1.2)
Historischen Technologien (6.2)
Entwicklungsgeschichte des Rohstoffhandels und des damit verbundenen kulturellen Austauschs
Bedeutungs- und Kulturwandels von Rohstoffen (6.3)
Auswirkungen der verknappenden Rohstoffe auf die weitere Entwicklungsgeschichte
Vernetzung von Geo- und Umweltwissenschaften

5. Die Kulturgeologie als interdisziplinäre Wissenschaft

Vergleicht man die Kulturgeschichte der Menschheit mit den damit verbundenen Entwicklungen der Rohstoffgewinnung, so erkennt man den jeweiligen „Kultursprung", der zu einer entscheidenden Veränderung in der Entwicklung geführt hat.

Die Geschichtswissenschaft bezeichnet die frühesten Stufen der Menschheitsgeschichte noch mit den entsprechenden Rohstoffnamen – Steinzeit, Stein/Kupferzeit, Bronzezeit und Eisenzeit – und weicht im Anschluss an die letztere auf Kulturbegriffe aus. Diese Kulturbegriffe sind jedoch genauso auf den geogenen Grundlagen aufgebaut,

Anschrift des Verfassers

[1] W. VETTERS, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34/III, A-5020 Salzburg

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

da es im Wesen einer Kultur liegt, dauerhafte Denkmale zu schaffen, sei es in Form von dauerhaften Grabbeigaben, Grablegen, Tempeln oder anderen dem Kult entsprechenden Zeugnissen. Schon in den frühesten Perioden sind solche Relikte zu finden und aus den dauerhaften Materialien der Erdkruste geschaffen worden.

Es ist nun eine der Aufgaben der Kulturgeologie, diese ursprünglichen Wurzeln der Menschheitsgeschichte wieder zu finden und bewusst zu machen, da es in den letzten 200 Jahren einen derartigen technologischen Aufschwung gab, der uns die Wurzeln vergessen ließ und deshalb zur Zerstörung unserer Ressourcen aus der Lithosphäre geführt hat.

1973 hat der Club of Rome eindringlichst auf die *Endlichkeit* der geogenen Grundlagen der menschlichen Existenz hingewiesen, doch scheint dies nicht in dem Maße heute noch in der Allgemeinheit, der Wirtschaftspolitik und in einer wirtschaftsorientierten Gesellschaft bewusst zu sein, wie es dringendst notwendig wäre.

6. Ausgewählte Beispiele

Aus dem Teilbereich der bereits angeführten „Historischen Kulturgeologie" werden an folgenden Beispielen Forschungsaktivitäten als Anregung für weitere Aktivitäten angeführt. Mit der prähistorischen Erzgewinnung und Metallverarbeitung wird der Begriff „Kultursprünge" illustriert, die Loslösung der Granitmonolithe im Alten Ägypten ist ein Beispiel der „verlorenen" Technologie und zuletzt ist das Platin für den Wertwandel eines Rohstoffes als Beispiel gedacht.

6.1.1 Kupfer und Bronze

Der erste bedeutende „Kultursprung" erfolgte mit der Umstellung vom Rohstoff Stein zu einem metallischen Rohstoff, wobei dieser „Sprung" naturgemäß nur allmählich über einen Zeitraum von vielen hundert Jahren oder wenigen Jahrtausenden erfolgte, doch gemessen an der Gesamtzeit ist rückblickend diese Umstellung als schnell zu bezeichnen.

Das Metall Kupfer gehört zu den ältesten Metallen, das die Menschheit gewinnen konnte und auch als Massenrohstoff verarbeitet hat. Es gilt heute als sicher, dass es gediegenes Kupfer war, das zunächst als Rohstoff zur Metallverarbeitung verwendet wurde (MOESTA 1986). Die Verbreitung von gediegenem Kupfer ist in der alten Welt als eher spärlich zu bezeichnen, somit war es zunächst eine rare Kostbarkeit, die zur Verwendung höchstens als Schmuck führte und keinesfalls eine massenhafte Verbreitung zuließ. Die allgemein gebräuchlichen Werkzeuge und Waffen wurden weiterhin aus Stein und in der dem Material entsprechenden Form gefertigt, wobei diese Form auch noch in den ersten Anfängen der Metallverarbeitung weiter beibehalten wurde, also Kupfermesser oder -äxte mit Steinformen erzeugt wurden (CHILDE 1944).

Ein weiterer Technologiesprung der frühen Metallurgie erfolgte mit der Aufschmelzung sekundärer Kupferminerale wie Malachit, Azurit und Chrysokoll, die schon als Farbpigmente bekannt waren und relativ häufig mit gediegenem Kupfer aber auch Kupferkies vergesellschaftet sind. Harzreiche Hölzer (div. Pinienarten u. ä.) reichten zur energetischen Versorgung dieser ersten Schmelzprozesse aus, die Ausbeute an dem kostbaren Metall war jedoch sehr gering, aber schon bedeutend mehr als das gediegene Kupfer. Eine elitäre Verwendung als Kultgerät oder als Symbol kann mit diesen ersten bescheidenen Erfolgen einer systematischen Prospektion verknüpft werden.

Nur durch den wagemutigen Schritt als primäres Erz Kupferkies zu verwenden, erreichte das Kupfer eine massenhafte Verbreitung. Dies war der eigentliche, entscheidende „Technologiesprung", denn dieses Erz konnte erst in drei Schritten –

rösten,
oxidieren und
reduzieren

zum kostbaren Metall erschmolzen werden (MOESTA 1986, WILSDORF 1987).

Dieser Technologiesprung wurde aber nur durch einen enormen Energieschub ermöglicht, d. h. Technologiesprünge wie z. B. die Verarbeitung von gediegenem Kupfer zur Verarbeitung von Kupferkies sind nur durch die entsprechende Energiezufuhr möglich geworden, es mussten demnach auch Innovationen für die Energieversorgung gleichzeitig auftreten. Diese Innovation muss die Entwicklung der Köhlerei, also die gezielte Produktion von echter Holzkohle gewesen sein. Erst mit der wesentlich höheren Verbrennungstemperatur der Holzkohle mittels Gebläse war der Oxidationsprozess möglich geworden.

Ein Prinzip das bis heute gilt, denn bis heute sind alle weiteren Rohstoffentwicklungen nur mit immer höher werdendem Energieeinsatz möglich geworden. Das Prinzip muss demnach lauten:

Die Substitution eines Rohstoffes durch einen neuen Rohstoff erfordert zusätzlich eine höhere Energiezufuhr.

Oder geologisch gesprochen

Jede Überwindung einer mineralogischen Barriere erfordert neue, höherwertige Energieträger.

Als mineralogische Barriere wird der Umstieg auf ein neues, an Metallen geringeres Erz bezeichnet. Das heißt, für Kupfer ist der Umstieg von gediegenem Kupfer auf sulfidisches Erz die Überwindung der mineralogischen Barriere (SAAGER 1984).

Betrachtet man nun die weitere Entwicklungsgeschichte des Kupfers als Legierungsmetall für Bronze, so wird der zweite große Technologiesprung erkennbar:

Zwei verschiedene Erze für zwei verschiedene Metalle mussten entdeckt und so vermischt werden, dass der für die Massenproduktion von Werkzeug und Waffen wertvollere Werkstoff, wie z. B. Bronze, gewonnen werden konnte (MOESTA 1986).

Die Produktion der kostbaren Bronze sieht nun einen mehrphasigen Prozess vor, der sowohl geowissenschaftlich als auch kulturell einen bedeutenden Sprung in der Entwicklung der Metallurgie darstellt.

In Folge davon wird Kupferkies zur „Massenware" mit deutlich niedrigerem Wert gehandelt, wohingegen *Zinn,* das wesentlich seltener vorkommt, sich zur Kostbarkeit entwickelt, und – modern gesprochen – ein *strategischer Rohstoff* wird (GLEIRSCHER 1995). Die Fülle der bekannten Kupferbergbaue aus der Hochbronzezeit spricht für diese Entwicklung, hingegen sind die gleichzeitigen Zinnbergbaue bisher nur unzureichend bekannt und erforscht worden, und nach wie vor geheimnisvoll. Von wo kam wirklich das Zinn?

Für die Kupfertechnologie hat sich bis heute nicht viel geändert, sieht man von sinkenden Bauwürdigkeitsgren-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

zen, neuen Laugverfahren etc. ab. Der Energieaufwand ist jedoch für die Produktion entsprechend der sinkenden Erzkonzentrationen weiterhin gestiegen. Die Überwindung der nächsten „Mineralogischen Barriere" von den sulfidischen zu den silikatischen Kupfererzen ist absehbar, ebenso auch der dafür notwendige höhere Energieaufwand (SAAGER 1984).

Der Bedeutungswandel, den Kupfer bzw. Bronze jedoch in den letzten 200 Jahren mitgemacht hat, führte zu einer völlig neuen Verwendung, denn mit der Entwicklung der Elektroenergie am Ende des 19. Jahrhunderts hat Kupfer einen *beinahe strategischen* Wert erreicht, während Bronze und Zinn sich seit der Antike zu einer elitären, dem Kunstbereich zuordenbaren Bedeutung zurück gewandelt haben. Eisen ersetzte den einstigen Bedarf an dem wertvollen Werkzeug- und Waffenmetall.

6.1.2 Eisen

Limonit, Goethit und andere Eisenhydroxide – damals schon lange bekannt als Farbstoff Ocker – waren vermutlich die ersten Erze, die zur Eisenerzeugung verwendet wurden. Ebenso könnte Eisen aus Pyrit, der nicht nur dem Kupferkies ähnlich sieht, sondern auch genetisch mit Kupferkies sehr häufig verknüpft ist, gewonnen worden sein, doch das Ergebnis war nahezu unbrauchbar (GLEIRSCHER 1995). Die erhaltenen Produkte wiesen jedoch deutlich schlechtere Eigenschaften als die bereits massenhaft verwendete Bronze auf.

Erst durch einen aufwendigen Schmiedeprozess konnte das neue Material weiter verwendet werden. Zufällige, durch den geologischen Bau der Lagerstätte bedingte Beimengungen, wie z. B. Mangan, das in der Oxidationszone gemeinsam mit dem Eisenhydroxid auftritt, führten zur Verbesserung des Schmelzergebnisses. Der nächste Schritt zur „Entdeckung" des Werkstoffes Eisen war die Verwendung oxidischer, metallisch glänzender Erze wie Hämatit und Magnetit, doch waren die energetischen Voraussetzungen noch nicht gegeben. Es konnten höchstens Zufallsprodukte das Ergebnis gewesen sein (MOESTA 1984, WILSDORF 1987). Der echte Sprung vom sekundären Eisenerz zum Primärerz – also die Überwindung der „mineralogischen Barriere" – konnte erst in der Neuzeit mit einer ausgefeilten Gebläsetechnik bewältigt werden.

Es zeigt sich im Wesentlichen, dass die Entwicklungsgeschichte vom sekundären Eisenmineral zum Primärerz ganz ähnlich verläuft, wie die vom Kupfer, doch der heutige Massenrohstoff konnte erst nach enormen geowissenschaftlichen Innovationen produziert werden.

Als Erstes sei hier die neuerliche gestiegene Energiezufuhr genannt, die es erst ermöglichte richtiges, flüssiges Eisen zu erschmelzen und dies wurde erst im 18. Jahrhundert durch den systematischen Einsatz von Stein- und Braunkohle möglich (WEBER & WEISS 1983, WILSDORF 1987). Die nun erreichbaren hohen Schmelztemperaturen erforderten jedoch eine weitere Innovation der Hochofentechnologie, da die bisher verwendeten Auskleidungssteine nicht mehr entsprachen. Es war die Entdeckung der Magnesittechnologie notwendig, die eine zufriedenstellende moderne Hochofenkonstruktion ermöglichte (WILSDORF 1987).

Hier sind die großen Unterschiede zur Kupferproduktion erkennbar, denn für die moderne Eisen- und Stahlindustrie mussten zusätzliche, geowissenschaftliche Innovationen geschaffen werden wie

1. Mineralische Energietechnologie (Steinkohle – Koks, Erdöl)
2. Mineralische Feuerfesttechnologie,

und erst dann konnten die weitaus interessanteren, primären Eisenvorräte zur Massenproduktion herangezogen werden.

Mit der fortschreitenden Legierungstechnologie sind weitere Innovationen getätigt worden.

Als Beispiele seien die Stahlveredler Nickel, Chrom, Vanadium und Wolfram genannt, die heute zu den wichtigsten – für die Stahlindustrie – strategischen Rohstoffen zählen und von eminenter wirtschaftspolitischer Bedeutung sind. Bedingt durch den hohen Schmelzpunkt konnten diese Rohstoffe lange nicht verwertet werden, die ursprünglich als durch boshafte Berggeister hervorgerufene Verunreinigungen des Erzes, auf Halde kamen, aber im Mineralnamen sind die Berggeister wie z. B. Nickel (=Nigel, Nöck) oder Kobalt (= Kobold) doch erhalten geblieben.

6.2 Verlorene historische Technologien am Beispiel der Granitobelisken

Seit dem Ende des Alten Reiches wurden in Ägypten Obelisken aus dem Granit von Assuan in monolithischer Form hergestellt, wobei die Größenverhältnisse in immer extremere Bereiche vordrangen. Waren die ältesten Obelisken noch in einem Längen : Breitenverhältnis von 1:3 oder 1:4, so sind am Beginn des Mittleren Reiches Werte mit 1:10 erreicht worden. Königin Hatschepsut ließ die bisher größten Obelisken mit rund 30 m Länge und einem Querschnitt von ca. 8 m^2 anfertigen.

Die von den Archäologen bisher vorgestellten Methoden der Ablösung des Monolithen vom gewachsenen Fels sind aus geologischen und technologischen Gründen unbefriedigend bzw. unmöglich. Die geologisch und technologisch vertretbare Lösung musste erst neu entdeckt werden (ENGELBACH 1922, 1923, RÖDER 1965, VETTERS 1990, 2001).

In Ausnützung der in den Tiefengesteinen vorhanden Spannungssysteme (= Restspannungen bei KIESLINGER), die schon CLOOS erkannte und von KIESLINGER 1968 steintechnologisch interpretiert wurden, haben die Steinmetzmeister der damaligen Zeit diese Restspannungen ganz gezielt aktivieren können. Es wurde durch ein sehr einfaches und energiesparendes Schacht an Schacht Verfahren angewandt, wobei der Abstand rund einen Meter betragen haben dürfte. Durch Erweiterung des Durchmessers von ca. 30 cm auf 60-70 cm wurden die Zwischenwände abgebaut, damit wuchs die vorhandene jedoch latente Spannung an der Stirne der gleich tiefen Schächte. Letztendlich war diese Spannung groß genug, um die dünnen restlichen Verbindungsstege zu überwinden. An der Verbindungsfläche Obelisk – Fels (ca. 30 m Länge und 3 m Breite), die durch die Stirnen aller gleich tiefen Schächte markiert ist, wurde die Spannung durch plötzliche, mit einem Knall verbundene Öffnung einer Kluftfläche abgebaut. Diese Aktivierung der latenten Spannung zum Spannungsabbau wird auch heute in der Granittechnologie immer noch angewendet, ihr Ursprung im Alten Ägypten wurde aber vergessen.

6.3 Platin als „exotischer" Rohstoff

Abgesehen von seltenen Verwendungsbeispielen des Platins durch die Inkas, wurde Platin erst im frühen 18.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Jahrhundert als Beimengung in Goldseifen Südamerikas von A. DE ULLOA (LEONHARDT 1826) entdeckt, jedoch wegen seiner Unschmelzbarkeit als „minderes Silber" – Platina – bezeichnet und auf Halde gegeben.

Mit der Entdeckung der reichen Platinseifen des Urals wurde in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts dieses seltene Metall für verschiedene Zwecke erprobt, um eine praktische Verwendung zu erreichen. Bis 1845 prägte das zaristische Russland Rubel-Münzen aus Platin, da es einerseits ein seltenes, und daher wertvolles Metall war, andererseits wurde dadurch das wesentlich beliebtere Gold als Münzmetall geschont, und nicht zuletzt hatte man noch keine andere Verwendung für Platin (NAUMANN & ZIRKEL 1898).

Als die Verwendung von Platin für die chemische Industrie wesentlich mehr an Bedeutung erlangte, da es sich als zu den wichtigsten Katalysatoren gehörend erwies, begann der Wert als Rohstoff rasant zu steigen.

Gerade die großen Vorkommen Russlands führten zu dem Bedeutungswandel des „exotischen Metalls", zu dem unerlässlichen Rohstoff der im 19. Jahrhundert aufblühenden chemischen Industrie. Innerhalb von nicht einmal 100 Jahren wurde Platin zu einem der begehrtesten und damit auch strategisch wichtigen Metallen.

Nach dem ersten Weltkrieg entwickelte sich Platin als Folge der Goldknappheit zu dem beliebten Rohstoff von „Art deco" und „Jugendstil", also für die Schmuckerzeugung. Auch hier waren es die reichen russischen Vorkommen, die der Devisenbeschaffung dienend den europäischen Markt belieferten. Damals entwickelte sich auch aufgrund seines inerten Verhaltens und seiner Beständigkeit die Kieferchirurgie mit Hilfe von Platin und Platinlegierungen. Prothesen, Brücken, Zähne und ganze Transplantate wurden aus Platin gefertigt. Eine Technologie, die auch heute noch ihre Gültigkeit hat (SAAGER 1984).

Der letzte große Aufschwung der Platintechnologie wurde durch die Erfindung des Katalysators für Verbrennungsmotoren eingeleitet. Im weitesten Sinne kann heute Platin als „Massenrohstoff" bezeichnet werden, da die zunehmenden Bedürfnisse nach sauberer Luft zu weiteren Expansionen der Katalysatorentechnik führen wird.

7. Ausblick

Die Kulturgeschichte der Menschheit kann heute nur mehr in der engen Verbindung zu der Verwendung von Rohstoffen aus der Lithosphäre betrachtet werden. Die Menschheit entwickelte bereits in den frühen Phasen der Metallgewinnung hohe Technologien, die für weitere Jahrtausende Gültigkeit hatten. Die in der Kulturgeschichte registrierbaren „Kultursprünge" – gemeint sind plötzliche Entwicklungsschübe zu höherrangigen Kulturentwicklungen – erweisen sich aus geowissenschaftlicher Betrachtung als „Energiesprünge". Neue Rohstoffe werden in Verbindung mit neuen Energieträgern entdeckt und weiterentwickelt. Der HEWETT-Zyklus erhält dabei eine immer enger werdende Frequenz mit immer höher werdenden Amplituden. Dies hatte – aus geowissenschaftlicher Sicht – die rasante Ausbeutung der geogenen Rohstoffe zur Folge, verknüpft mit dem Verlust der kulturellen Unersetzlichkeit dieser Wurzel der menschlichen Kultur.

Westeuropa ist das wohl markanteste Beispiel einer „Kulturlandschaft", die fast keine eigene Rohstoffproduktion mehr hat. Nordamerika erscheint in dieser Betrachtung als nächster ähnlich gelagerter Kontinent. Afrika, Südamerika und Asien werden die Zukunft der für die Welt notwendigen Rohstoffversorgung zu tragen haben, wobei zu bedenken ist, dass für die großräumige Gewinnung von Massenrohstoffen wie Eisen, Kupfer, Aluminium und Blei/Zink flächenhaft riesige Zerstörungen der natürlichen Oberflächen in Kauf zu nehmen sein werden. Der schwer geschädigte tropische Regenwald Brasiliens, und die ebenfalls gefährdeten Wälder der Taiga Sibiriens werden die Opfer sein.

Das Horrorbild der zerstörten Wälder – mit allen schrecklichen Konsequenzen – sollte Ansporn genug sein, um der Verschwendung einen energischen Riegel vorzuschieben.

Ausgehend von den primitivsten Formen der geogenen Rohstoffe und deren Gewinnung entwickelte sich schon sehr früh die empirische Erkenntnis, dass ehemalige „Verunreinigungen", „Beimengungen", „Abfälle" etc., durch weitere Entwicklungen der Technologie und der Energieträger plötzlich zu wertvollen Rohstoffen werden können. In diesem Sinne ist auch die „moderne Kulturgeologie" zu sehen, denn auch hier können weitere „Technologiesprünge" *den Müll von heute zu einem Rohstoff der Zukunft wandeln.*

8. Postscriptum

1989 wurde das erste Mal der Begriff der „Kulturgeologie" von mir in einem Vortrag formuliert und rund zehn Jahre später wurde dieser Artikel zu Papier gebracht. Nun hat sich in dieser Zeit sehr viel geändert und erfreulicherweise zeigt sich zunehmendes Verständnis in der Geo-Fachwelt für dieses Thema und auch die historischen Wissenschaften wie Archäologie oder Ur- und Frühgeschichte schließen sich mehr und mehr diesem interdisziplinären Forschungskreis an. Auch die breite Öffentlichkeit versteht plötzlich die Arbeit der Geowissenschaften leichter, weil nunmehr Anwendungen zur Sprache kommen, die verständlicher, weil überschaubarer geworden sind. Ebenso ist die moderne „Kulturgeologie" heute beinahe zur Selbstverständlichkeit bei der Sanierung ehemaliger Bergbaue geworden, aber auch bei der Wiedergewinnung geogener Rohstoffe, wie z. B. Beton-, Metall- und Kunststoffrecycling.

Trotzdem habe ich dieses Papier nur wenig verändert und aktualisiert, weil das Prinzip immer noch gültig ist.

Literaturauswahl

CHILDE, G. V., 1944: Archaeological ages as technical stages. Journ. Royal Anthropological Institute, **74.**

ENGELBACH, R., 1922: The Aswan Obelisk. With some remarks on the ancient engineering. – Le Caire.

ENGELBACH, R., 1923: The Problem of the Obelisks. – T. Fisher Unwin Ltd.

GLEIRSCHER, P., 1995: Spuren vorkeltischen Bergbaus auf Kupfer, Eisen und Blei in Kärnten. In: GRUBENHUNT & OFENSAU. Vom Reichtum der Erde. Landesausstellung Hüttenberg/Kärnten, Band II, Beiträge. Klagenfurt 1995.

KIESLINGER, A., 1968: Spannungen und Entspannungen im Steinbruchgebiet. In: Berg und Hüttenmännische Monatshefte, Jg. 113, Heft 8. Wien: Springer.

LEONHARD, C. C. v., 1826: Handbuch der Oryktognosie. Heidelberg: J. C. B. Mohr.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

MOESTA, H., 1986: Erze und Metalle – ihre Kulturgeschichte im Experiment. 2. Aufl. Springer Verl.

NAUMANN, C. F., & ZIRKEL, F., 1898: Elemente der Mineralogie. 13. Aufl. , Leipzig: W. Engelmann.

PLOETZ, K. 1938: Auszug aus der alten, mittleren, neueren und neuesten Geschichte. 22. Aufl., Berlin und Leipzig Verl. V. A. G. Ploetz.

RÖDER, J., 1965: Zur Steinbruchtechnik des Rosengranits von Assuan. In: Jb. Dt. Archäologisches Institutes, S. 467-552, Berlin.

SAAGER, R., 1984: Metallische Rohstoffe von Antimon bis Zirkonium. Bank Vontobel, Zürich.

VETTERS, W., 1990: Ancient quarries around Ephesus and examples of ancient stone-technologies. In: Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites, Marinos & Koukis (eds.). Vol. 4, p. 2067-2078, 1990 Balkema, Rotterdam.

VETTERS, W., 2001: Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit ... und dann hört die Geologie auf? – Festkolloquium „140 Jahre Geologie an der TU-Wien". Mitt. f. Ingenieurgeologie und Geomechanik. Bd. 4 S. 57-73. Wien 2001.

WEBER, L. & WEISS, A., 1983: Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenformationen. Archiv für Lagerstättenforschung, Band 4. Wien: GBA.

WILSDORF, H., 1987: Kulturgeschichte des Bergbaus. Ein illustrierter Streifzug durch Zeiten und Kontinente. Essen: Verl. Glück Auf.

Revidiertes Manuskript eingegangen am: 05. 04. 2003

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 93

Autor(en)/Author(s): Vetters Wolfgang

Artikel/Article: Kulturgeologie - Beispiele aus Antike und Neuzeit. 181-185