

Welche Hohlräume schafft der Mensch? Ein Beitrag zur Systematik technogener Formen in der anthropogenetischen Geomorphologie

Von Harald EICHER, Graz

Die Anthropogenetische Geomorphologie ist die jüngste Teildisziplin der Geomorphologie. Ihr Stellenwert nahm mit dem exzessiven Eingriff des Menschen in die Reliefkonfiguration direkt (Technogene Formen) und indirekt (Komplexe Wirkungsggefüge) dementsprechend zu, sodaß seit den letzten zwei Dezennien bei allen größeren Tagungen, die sich mit der Geomorphologie beschäftigten, man um diese spezielle reliefgeographische Fragestellung nicht mehr herumkam. Zu Zeiten der Wegbereiter dieser Teildisziplin (SCHULTZE-NAUMBURG, FELS, LOUIS, ZAPLETAL) war dies keineswegs der Fall. Auch die Aufwertung der geoökologischen Disziplinen hat am reliefgeographischen Sektor die anthropogenetische Betrachtungsweise gefördert.

Interessant ist jedoch, daß die von ZAPLETAL und FELS aufgegriffene Bezeichnung "*Anthropogene Gemorphologie*" und von RATHJENS korrigierte Benennung "*Anthropogenetische Geomorphologie*" nicht weltweit durchgedrungen ist und bei den jüngeren Publikationen oder Vortragstiteln von Tagungen umschriebenen Sammelbezeichnungen der Vorzug gegeben wurde. Die "Groupe Française de Géomorphologie" umschrieb in ihren "La recherche française récente en geomorphologie 1989" diesen Sektor mit "*Evolution géomorphologique et sociétés*". Bei der letzten ICG (Internat. Conference on Geomorphology, Frankfurt 1989) hat man anthropogenetisch-geomorphologische Themen in der Subsection "*Geomorphology, Ecology and Man*" untergebracht. Vier Jahre zuvor hat man bei der ICG in Manchester gleich drei relevante Vortragsgemeinschaften gebildet, mit nicht immer einsichtbaren Intern-Zuordnungen: "*Geomorphology and the developing world*", "*Applied Geomorphology*" und "*Engineering Geomorphology*". WALKER & ORME (1986) konnten immerhin 11 "Papers" und 22 "Abstracts" der Engineering Geomorphology zuordnen. Sie weisen darauf hin, daß die Themen der Engineering Geomorphology eine beachtliche Rolle spielen konnten, die Kluft zwischen kurzer Prozeßbeobachtung und wagen Langzeit-Aussagen bei den komplexen Wirkungsgefügen zu überbrücken. Dem reinen Aufzeigen technogengeomorphologischer Größenordnungen bzw. deren vergleichende Betrachtung wurde auch damals wenig Augenmerk gewidmet. Beim 41. Dt. Geographentag

(Mainz 1977) gab es die Arbeitsgemeinschaft "Mensch und morphodynamische Prozesse". Damals wurde die verstärkte Hinwendung zur anthropogenetischen Geomorphologie im deutschen Sprachraum eingeleitet, eine Einflußnahme, die publikationsmäßig hinter der anglikanischen, französischen, holländischen und besonders japanischen Literatur hinterherhinkte. Die Aufarbeitung der japanischen Literatur wäre für einen sprachkundigen Geographen ein besonders interessantes Betätigungsfeld. Es gibt zahlreiche Beiträge in den "Quat. Research (Japan)", Jour. JSSMFE Tokyo, Geo. Jour. (Jap.), Geogr. Rev. Japan, Geogr. Rept. (Tokyo Metropol. Univ.) und Trans. Japan. Geomorph. Union, also mehrheitlich geographischen Organen. Oft fehlt sogar ein engl. Abstract (- nur die Transactions Japanese Geomorph. Union sind zum Teil in englischsprachigen Ausführungen mit japanischen Kurzfassungen -). Viele japanische Beiträge sind in der "Bibliographie Géographique Internationale" nicht evident. Dennoch ist sie die weltweit beste Quelle zur Ausforschung anthropogenetisch-geomorphologischer Themen (Sect. "Applied Geomorphology").

Kommen wir nun von der Dispositions-Problematik zur Frage der Größenordnung technogener Formen: Jene geomorphologischen Formen, bei denen keine natürlichen geomorphologischen Prozesse beteiligt sind, also rein von Menschenhand abgetragen oder von Menschenhand (bzw. Menschenwerkstoff) geschaffen wurden, werden als "Technogene Formen" (DEMEK, 1968) oder "Naturfremde Formen" (LOUIS, 1968) bezeichnet. Gar nicht wenige Formen wurden vom Menschen unter Ausnützung der Relief-Konfiguration geschaffen (z.B. Flußbau, Hangstabilisierung, alter Fortifikationsbau), wodurch die Gesamtform nicht nur auf die Arbeit des Menschen zu reduzieren ist. Hier müßte nach Ansicht des Verfassers der Ausdruck "Teilechnogene Formen" kreierte werden. Für technogene Formen, die sich unbeabsichtigt weiterentwickeln, z.B. Kolluvialerhöhung auf von Menschenhand geschaffenen Terrassen und Hangleisten, oder beabsichtigt weiterentwickeln (z.B. Neulandgewinnung, Bühnen im Flußbau und bei Kunstküsten), müßte der Ausdruck "Pseudotechnogene Formen" darauf hinweisen, daß an der Gesamtform nicht alles auf Menschenarbeit zurückzuführen ist. Denn hier ist zu den "Formen der komplexen Wirkungsgefüge" (z.B.. Badlands, beschleunigte Auelehm-Akkumulation, Lateritisierung) noch ein so großer Schritt, daß in einer Systematik Bindeglieder der Leitformen-Zuordnung fehlen. Der Verfasser hat sich von geologischer Seite erwartet, einen weiteren Ansatz zur Aufarbeitung anthropogenetischer Formen zu bekommen. Trotz unzähliger Einzelveröffentlichungen, die der Baugeologie (Technogene Formen) und der Anthropogeologie (siehe 25. Tagung der DEUQUA in Düsseldorf 1990) zuzuordnen sind (SCHIRMER: Prozesse und Sedimente, die die Visitenkarte des Menschen tragen - Anthropogeologie), ist eine Systematik dieser Disziplin nicht erarbeitet worden. Auch das Basiswerk von KETTNER (1960) trägt wenig dazu bei. Auch Abhandlungen bleiben im Stil exemplarischer Einzelbeschreibung. Das jüngste Buch von LEGGET & HATHEWAY (1988) ist ganz typisch. Bei historischen Betrachtungen fällt auf, daß die "Zeitgeschichte" sozusagen fehlt. Vergleichenden und quantifizierenden Betrachtungen weicht man aus. So ist von den 246 Seiten bergmännisch-historischer Betrachtung bei SUHLING (1983) nur ein Zehntel dem industriellen Zeitalter gewidmet, also jener Zeit, in der mit Abstand am meisten vor sich

ging. Mit älteren Darstellungen verhält es sich ebenso (wegen Unerheblichkeit in der Literaturliste nicht zitiert).

Eine historische Betrachtung soll für diesen Aufsatz unterbleiben. Die Größenordnung der technogenen Formen ging historisch Hand in Hand mit den technologischen Fortschritten, das heißt vor allem, mit der Fähigkeit des Menschen, Bausteine und Kubaturen zu bewegen. Eine Ausnahme bilden wohl die vorindustriellen Großbauten, die durch Masseneinsatz von Menschen auch eine Mesorelief-Dimension erreichen konnten. So respektvoll man auch vor jenen Großleistungen (MA Fortifikationsbau, Wurtten, Pyramiden Ägyptens u. Mittelamerikas, Chines. Mauer) stehen mag, weltweit quantitativ spielen sie eine äußerst untergeordnete Rolle. Erst das Ausnutzen maschineller Energie hat Reliefveränderungen geschaffen, deren Kubaturen auf die Fläche verteilt bereits regional die Abtragsleistungen der natürlichen prozeßgeomorphologischen Vorgänge überschreiten. Dabei hält man es kaum für möglich, daß literaturmäßig seit SHERLOCK (1922) keinerlei Berechnungen der anthropogenen Kubaturen aufzufinden waren. Es sieht so aus, daß sich niemand diese Arbeit im Detail antut, möglicherweise auch deshalb, weil sich die Geschwindigkeit der technogenen Formveränderungen noch erheblich steigert und die Arbeit bald wieder unaktuell würde. Nach SHERLOCK war zu Ende des 1. Weltkrieges in Addition aller Leistungen vom Menschen in Großbritannien rund 30 km^3 Material bewegt worden. Davon entfielen 49 % auf Bergbau unter Tag, 39 % auf Tagbaue (inkl. Steinbrüche), 9 % auf Verkehrswegebau, 1,8 % auf Kanäle und Dockanlagen und nur 1,2 % auf Siedlungsbau. Es konnte nicht nachvollzogen werden, ob Kelleraushübe als "Tagbau" gezählt wurden - es scheint nach dem geringen Prozentanteil für Siedlungsbau so zu sein. Diese 30 km^3 bedeuten auf die Fläche von Großbritannien verteilt immerhin eine Schichtdicke von 13,3 cm (SHERLOCK berechnete die reine Landfläche ohne Nordirland). So kann man sehr anschaulich den gewaltigen Eingriff des Menschen in einem Bergbau und Industriestaat veranschaulichen, ein Betrag, der mittlerweile wohl auf ein Viertel Meter Schichtdicke zu veranschlagen sein wird. Alleine der Niederrheinische Braunkohlenbergbau wird für die Zeit 1950-2000 eine Abbau-Bilanz von $5,7 \text{ km}^3$ Kohle und $17,1 \text{ km}^3$ Berge in der Abraam-Förderbrücke aufweisen (STÜRMER, 1985). Dieses bewegte Volumen von $22,8 \text{ km}^3$ bedeutet auf die Fläche von Nordrhein-Westfalen übertragen (34.038 km^2) eine Schichtdicke von 67 cm, genau der 5-fache Betrag der von SHERLOCK seinerzeit festgestellten Schichtdicke anthropogener Gesamtaktivität.

Wie wir aus diesen Daten ersehen können, ist quantitativ auch heute zu erwarten, daß weltweit die größte technogene Formveränderung vom Bergbau ausgeht. Es gibt jedoch keine Welt-Statistik, die die Umwälzung des tauben Gesteins auflistet. Daher können wir die Größenordnung des technogenen Eingriffs ins Relief nur über die Daten der Weltproduktion (in Tonnen Erzinhalt ausgedrückt - mit dem spezifischen Gewicht in m^3 umzurechnen) und dem in etwa bekannten durchschnittlichen Erzgehalt in die Berechnung der real bewegten Kubatur einfließen lassen (Mindestgehaltangaben bei SCHUMANN 1987, 671). Da das spezifische Gewicht der verschiedenen Arten von in Frage kommendem taubem Gestein sowohl innerhalb der Festgesteine als auch innerhalb der Lockergesteine nicht allzu sehr schwankt (vgl. BENTZ, 1968: 29), ist nach Ansicht des Verfassers die

Abschätzung der weltweiten "Man-made-rock"-Kubatur einigermaßen eingegrenzt möglich.

Welche Kubatur bewegt der Mensch jährlich bei den größten Bergbau-Aktivitäten?

Es ist keine Frage, daß in jenem Bereich die Volumina dominieren, wo maschineller Einsatz besonders effektiv ist, nämlich in klastischen Sedimenten, wo die Abraum-Förderbrücke besonders effizient eingesetzt werden kann. Das Berge-Verhältnis nimmt zur Zeit sprunghaft zu. Auch im Festgesteins-Abbau wird dies zum Teil mitvollzogen, wie wir am Beispiel des Steirischen Erzberges im Vergleich zur Bilanz des Niederrheinischen Braunkohlenreviers mitvollziehen können (siehe Vergleichstabelle 1).

Die Rangordnung der größten "Man-made-rock"-Aktivitäten sieht nach Schätzung jährlicher Leistungen in etwa so aus:

1. a) **Abbaugelände für Bau- und Industrie-Rohstoffe - Kiese und Sande:**
 Eine in Zahlen konkretisierte weltweite Abschätzung ist nach Ansicht des Verfassers nicht möglich, bestenfalls für hochentwickelte Stadtregionen der Mittelbreiten. Hier sei zur Orientierung angeführt:
 Die 1,5 Mio. EW-Stadt *W i e n* hat einen jährlichen Bedarf an Sanden- und Kiesen von 10 Mio. m³ (SCHOPPER, 1979: 9). Nur 4 Mio. m³ konnten auf eigenem Stadtgebiet aufgebracht werden.
 Überträgt man diesen Richtwert alleine auf 600 Mio. Einwohner städtischer Bevölkerung der Mittelbreiten, bedeutet dies 4.000 Mio. m³ Jahresbedarf (= 4 km³). Wie wir in der weiteren Auflistung sehen werden, wird alleine diese auf 600 Mio. EW eingegrenzte Zahl von keiner weiteren übertroffen werden. Die weltweit größte Kubaturbewegung geht daher mit Sicherheit von den unzähligen Sand- und Kies-Abbaugeländen aus. Sie sind auch zu Zeiten eines SHERLOCK (1922) offenbar unterschätzt worden.

- b) In den Tertiär-Geländen der Mittelbreiten, insbesondere jedoch in den Geländen der Tropen, überwiegt der Abbau von pelitischen Materialien (Ton, Tonmergel, Lehm). LOUIS (1968: 374) hat für den einfachen Siedlungsbau folgende Materialbewegung geschätzt: Setzt man voraus, daß von mindestens 2 Mrd. Menschen, die in Stein- und Lehmhäusern leben, auf jeden Einzelnen mehr als 3 m³ Baumaterial zu veranschlagen ist, so ergibt sich eine Summe von 6 km³. Die Erneuerungsrate in den Stampflehm-Behausungen ist sehr hoch, auch in den beeindruckenden Kasbah-Anlagen und Lehmterrassenhäusern des Orients. Der luftgetrocknete Lehmziegel ist auch heute noch Bausteingrundlage mehrerer

100 Mio. Menschen. Da nicht einmal Siedlungsgeographen diese Wohnstätten (überwiegend ländlicher Raum) quantifizieren konnten, muß ein Abschätzen dieser besonderen "Man-made-rock"-Formation unterbleiben.

2. a) **Braunkohle-Abbau:** 1983 wurden weltweit 1.084 Mio. Tonnen abgebaut. Die Kubaturgröße ist bei Braunkohle nahezu ident mit der Tonnenbilanz. Das Kohle-Berge-Verhältnis beträgt weltweit ca. 1 : 2 (vgl. Abb. Niederrhein. Braunkohlerevier derzeit 1 : 4,5 !). Der 1,1 km³ Braunkohle steht somit jährlich ein Abraum von 2,2 km³ gegenüber. Er wird auch in den USA, UdSSR und China in absehbarer Zeit, wenn der Steinkohlen-Tiefbau sich nicht mehr so rechnet, sich die Bilanz dem Bergeverhältnis der Ruhrbraun nähern. Trotz Niedergang des ostdeutschen Braunkohlengebietes (1983: 25,6 % der Weltförderung !) wird sich längerfristig an der dominierenden Position der Abraum-Förderbrücke im Braunkohlenbergbau nichts ändern.
- b) **Steinkohle-Abbau:** 1,25 t Steinkohle entspricht 1 m³ (BENTZ, 1968). Die 2.842 Mio. t entsprechen somit einer Kohlenkubatur der Steinkohlenförderung von 2.274 Mio. m³. Das weltweit einzuschätzende Kohle-Abraumverhältnis beträgt in etwa 1 : 0,7 (mehrheitlich Tiefbau, jedoch durch Tagbaue immer größer werdend: Tagbau Pennsylvania 1 : 5). Die geschätzte jährliche Steinkohlen-Kubaturbewegung (inkl. Berge) beträgt somit 3,86 km³ bzw. 3.860 Mio. m³.
3. **Zement-Produktion** (Rohstoff-Puzzolane): Durch den Glühverlust-Zuschlag (53 % nach BENTZ, 1968: 1262) entspricht die jährliche Weltproduktion von 840 Mio. t einer Entnahme von Kalkmergel-Zementrohstoff von 1.285 Mio. Tonnen. Bei einer durchschnittlichen Dichte von 2,2 ergibt dies eine weltweit addierte Kubaturbewegung von 558 Mio m³.
4. **Ölschiefer-Abbau:** Zur Zeit werden ca. 90 Mio. Tonnen Erdöl aus Ölschiefer (Oil-shales, Black-shales) gewonnen, davon 45 % in der UdSSR, 40 % in den USA und 15 % in der VR China. Die USA haben die mit Abstand größten Weltvorräte (28.000 Mio. t nachgewiesene förderbare Ölausbeute !), jedoch keine so hohe Konzentration wie in den konventionell abgebauten Ölschiefen der UdSSR und China (liegt 30 % über der der USA). Im Green River Basin (Wyoming), Unita Basin (Utah) und Piceance Basin (Colorado) wird zum Teil eine "Modified in situ technology" angewandt. Es handelt sich dabei um bergmännisch angelegte Tiefbau-Hohlraum-Verästelungen mit Permeabilitäts-Erhöhung durch Großsprengung und dann angefachter Insitu-Kombustion. Durch die Erwärmung schwitzt dann der riesige retortenartige porös gemachte Schieferkörper das Öl aus. Im konventionellen Abbaufahren entsprechen nach GRATHWOHL (1983: 137) 7 t Öl einer Ölschieferverarbeitung von 80 t (!). 90 Mio. t entsprechen somit

1.028 Mio. t Gesteinsbewegung. Bei einer durchschnittlichen Dichte von 2,3 bedeutet dies eine jährliche "Man-made-rock"-Kubatur von 447 Mio m³, wenn man die nicht rein bergmännische Abbauart der USA wegläßt noch immer 268 Mio m³.

5. **Eisenerz-Abbau:** 1988 wurden 890 Mio. t (Erzinhalt) weltweit gefördert. Dies ergibt bei einer Dichte von 4,9 ein Erzinhalt-Volumen von 182 Mio m³. Die durchschnittliche Abbauwürdigkeit ist auf 60 % angestiegen (VR China 50 %, UdSSR 60 %, Brasilien 68 %, wobei China 17 %, UdSSR 28 % und Brasilien 10 % der Weltförderung innehat). Das weltweite Berge-Volumen ist auf 121 Mio m³ zu veranschlagen. Der weltweite Eisenerz-Abbau bedeutet somit eine jährliche Kubaturbewegung von 303 Mio m³.
6. **Ölsand-Abbau:** Er ist derzeit ganz auf Alberta (Canada) konzentriert, obwohl die mit Abstand größten Reserven im Orinoco-Tar-Belt (Venezuela) zu suchen sind (SCHRÖDER, 1989: 47). 7 t Öl bedeuten eine Abraum-Förderbrücke von 105 t Ölsanden (vgl. 80 t bei Ölschiefer)! SCHRÖDER gibt eine Materialbewegung von 200 Mio t im Jahr an, das bedeutet bei einer durchschnittlichen Dichte von 1,4 ein Abbauvolumen von 143 Mio m³.
7. **Zinn-Abbau:** 1988 betrug die Zinninhalt-Weltförderung 203.800 t. Zur Volumsberechnung müssen wir grundsätzlich zwischen dem südostasiatischen Seifenabbau, der 50 % der Weltförderung ausmacht und durchschnittlich mit nur 0,05 % arbeitet (Malaysia sogar bis zu 0,02 % !), unterscheiden, und dem übrigen Teil der Welt, der auf 1 % Gehalt zu veranschlagen ist (insbes. gehoben durch den Festgesteins-Abbau Boliviens). Das 2.000fache der 100.000 t Südostasiens bedeutet immerhin eine Materialbewegung von 200 Mio t in der Abraum-Förderbrücke bzw. eine jährlich bewegte Kubatur (Dichte 1,5) von 133 Mio. m³. Die übrige Weltproduktion bedeutet nur ca. 7 Mio. m³, wodurch das Gesamtabbauvolumen rund 140 Mio m³ beträgt.
Die besondere "Man-made-rock"-Situation der südostasiatischen Zinnseifen sei am Nachkriegs-Malaysia hervorgehoben (unerheblicher und inzwischen eingestellter Stollenbau vernachlässigt): Malaysia förderte in den 4 Dekaden 1950-1989 einen Zinninhalt von 4.640 Mio. t, das entspricht einem Abbau-Volumen von 3,1 km³. Malaysia gehört daher zu den Ländern der Erde mit der größten "Man-made-rock"-Formation am metallischen Sektor, zumal eine beachtliche Zinnförderung bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts stattfand. Man kann davon ausgehen, daß alleine in der Schwemmlandebene der Westküste Malaysias ca. 7 km³ Sediment umgediggt wurde.
8. **Gold-Bergbau:** Hier muß wie beim Zinn-Bergbau in geteilter Berechnung vorgegangen werden, weil der Gehalt des Haupterzeugers (Südafrika) mit 3 g pro t aufgearbeiteten Gesteins ca. die Hälfte der übrigen Welt beträgt (ca. 6 g pro t, allerdings ist dort durch den höheren Seifen-Anteil die Dichte geringer anzusetzen: Der Verfasser nahm das arithmetrische Mittel aus Quarzsand und Quarzit).

Südafrika produzierte 1986 mit 40 % der Weltproduktion (= 51,62 Mio. Unzen bzw. 1.605 t) 638 t Gold. Bei einem Gehalt von 3 g resultiert ein Berge-Gewicht von 216 Mio. t. Bei der Dichte des Witwatersrand-Gesteins (D 2,8) ergibt dies ein Berge-Volumen von 77 Mio. m³. Bei 6 g pro t der übrigen Welt (967 t Ag) resultiert ein Berge-Gewicht von 161 Mio. t. Entfällt die Hälfte auf unverfestigte Seifen-Sedimente (wegen UdSSR schwer abschätzbar), so ist die durchschnittliche Dichte auf etwa 2,4 anzusetzen. Dann muß mit einem Abbau-Volumen (ohne Südafrika) von 67 Mio. m³ gerechnet werden. Wir müssen am Gold-Sektor somit mit einer weltweiten jährlichen Kubatur-Bewegung von 140-150 Mio. m³ rechnen.

9. **Phosphat-Bergbau:** Die Weltproduktion von 149,8 Mio. t (1985 in: Welt Almanach 1990), davon 34 % USA, 22 % UdSSR, 14 % Marokko, erfolgt zum größten Teil im Tagbau. Wenn wir uns am größten Phosphat-Bergbau der Welt "Bone Valley" (in Florida bei Tampa mit einem 180 km langen, bis zu 50 km breiten und 13 m mächtigen Phosphatsediment hohen Konzentrats) orientieren, die alleine 30 % der Weltproduktion (!) ausmacht (in den 60er und 70er Jahren sogar 40-50 % !), so haben wir dort eine Abraum-Förderbrücke mit 1/3 Silrückführung. Die Abraum-Förderbrücke läuft über ein Sieb- und Flotationsverfahren (Wasserstrahlgebläse-Abbau: Schlamm mit 35-40 % Sedimentfracht wird in der Aufbereitungsanlage durch Sieben und Flotation mit Hilfe von Schwefelsäure zu einem Konzentrat verarbeitet, während der Rückstand in die Grube zurückgepumpt wird). Die 45 Mio. t Phosphatgewinnung von Bone Valley bedeuten somit 68 Mio. t Sedimentbewegung im Jahr bzw. bei D 1,6 eine Kubatur von 42 Mio. m³. Da bereits seit Jahrzehnten in ähnlicher Größenordnung in Bone Valley abgebaut wird, ist dort ein "Man-made-rock"-Areal entstanden, das zur größten Monokubatur im Seifenbergbau der Erde zählt. Die Man-made-rock-Areale in Malaysia (z.B. Kinta-Valley) sind zwar größer, die zurückbleibende Kubatur im Relief durch den geringen Output jedoch weitaus geringer.

Inwieweit sich die Verhältnisse der Abraum-Förderbrücke von Bone Valley auf die restlichen 55-60 % der Tagebau-Weltförderung übertragen lassen, konnte vom Verfasser nicht eruiert werden. Da die Konzentrationen eher geringer sind, wird ein dreifacher Betrag von Bone Valley (= 120 Mio. m³) eher die Untergrenze sein. Der sowjetische Fluorapatit-Bergbau auf der Halbinsel Kola (mindestens 10 % der Weltproduktion lt. N. ENZYKL. D. ERDE, Bd. 9, S. 2178) ist neben den ostdeutschen (ehem. mitteldeutschen) Salinen wohl eine der größten Untertag-Bergbaue der Welt. Mit dem marokkanischen Tiefbau-Anteil dürfte zur 120 Mio. Kubatur-Einschätzung des Tagbaus noch eine Kubatur des Phosphat-Tiefbaues von 8-10 Mio. m³ hinzuzuzählen sein.

10. **Gebirgsabtrag für Umetate-chi** (Japanische Landgewinnungs-Aufschüttungsfläche). Diese Sonderform des Tagbaus wurde vom Verfasser von den zu allgemein gehaltenen Daten der "Steine und Erden" ausgegliedert. Während Holland für die technogenen Bauten des Deltaplans Füllmaterial hauptsächlich aus Norwegen bezog und dies nur an den notwendigsten Stellen einsetzte, ist Japan neben dem

traditionellen Polder-Landgewinnungs-System (für landwirtschaftliche Flächen, heute fast zum Erliegen gekommen) zur reinen Umetate-chi übergegangen (fast nur Industrie-, Hafen- und Verkehrsflächen). Es werden ganze Hügellandschaften abgetragen, um Felsblöcke zu gewinnen, zum Teil auf hochwertigem stadtnahem Grund. Auf dem gekappten Relief entstehen dann neue Wohnsiedlungen (SCHWIND, 1981: Bild 31). Die Firma Kunitoshi-Tezuka fertigt aus gepreßtem Feinschutt und Schotter sogenannte "Tekkaseki" (Hohlblöcke mit Drahtnetz umspannt), die als Füllmaterial der Umetate-chi sich an sensiblen Stellen besser bewährten (geringerer Nachsackungs-Betrag) als reine Felsbrocken-Verfüllung. In Japan wurden bereits mehrere von Geographen organisierte Symposien diesem Thema gewidmet (OKIMURA, 1989: 142). Alleine in den letzten 30 Jahren entstand ein Umetate-chi-Neuland von 800 km² bzw. im Jahresdurchschnitt 27 km². Bei einer durchschnittlichen Tiefe von 3 m bedeutet dies einen Jahres-Materialbedarf von 81 Mio. m³. Wir dürfen somit annehmen, daß diese Kubaturbewegung noch vor dem weltweiten Kupfer-Bergbau oder dem Uran-Bergbau zu liegen kommt. Welche Kubatur an Bruchstein Norwegen (insbes. an Holland) exportierte, konnte nicht ermittelt werden.

11. **Bauxit-Abbau:** Er ist innerhalb aller Formen des metallischen Sediment-Abbaues in der Abraum-Förderbrücke von der geringsten Deponie-Rückführungsrate (bei der Tonerde-Herstellung) gekennzeichnet. Dadurch entstehen beachtliche Hohlformen im ursprünglichen Relief. In Jamaika ist regional die ganze Schwemmlandebene einer tropischen Kegelkarstlandschaft exhumiert worden. Die Tagbaue von Weipa (seit 1963, Cap York), im Arnhem Aboriginal Reservat (Gove-Halbinsel) und bei der Darling-Kette (östlich Perth) sowie mehrere bei Konakry (Guinea) gehören zu den größten der Welt. Nur Bauxit mit 55 % Aluminiumoxidanteil (SCHUMANN, 1987: 682) ist bei den heutigen Preisen wirtschaftlich verwertbar. Nur einige wenige Standorte, die nahe von Großlieferanten elektrischer Energie liegen (z.B. französische Abbaue in der Provence und Languedoc, der ungarische Bakonywald für ukrainische Aluminiumhütten) oder Standortvorteile durch Verkehrslage und Niedriglohn haben (Bari/Italien, Parnassos/Griechenland, jugoslawische Betriebe bei Sibenik, Split und Niksic), bilden derzeit noch eine Ausnahme. Heute teilen sich nur 4 Länder (Australien 36 %, Guinea 17 %, Brasilien 8 %, Jamaika 7 %-einst führend) gut zwei Drittel der Weltproduktion (1988: 100,28 Mio. t). Jährlich müssen für die Bauxit- bzw. Tonerde-Produktion (4 t Bauxit ergibt 2 t Tonerde zur rentableren Verschiffung bzw. 1 t Aluminiummetall in der Hütte) ca. 70 Mio. m³ Sedimente abgebaut werden.
12. **Kupfer-Bergbau:** Obwohl er in der weltweiten Wertschöpfung die Eisenerz-Produktion bereits eingeholt hat (HAAS & FLEISCHMANN, 1991: 196) und von den Geomorphologen als Beispiel der technogenen Formgebung ("Engineering Geomorphology") meist als Schulbeispiel Verwendung findet (Bingham/Utah, Chuquicamata/Nordchile, Timmins/Ontario, Chibougamau/Quebec, Kupferbezirk Katanga/Zaire), zeigt es sich nach unserer Auflistung, daß in der weltweiten

Addition der Kupferbergbau erst an 12. Stelle in der Systematik menschlicher Kubaturleistung zu liegen kommt. Die Tendenz zu einzelnen großen Monokubaturen hat geologische und wirtschaftstechnische Gründe. Stärker als bei allen bisher besprochenen Bergbauen ist die Untergrenze der Abbauwürdigkeit nicht nur eine Gehalt-Frage sondern auch eine Betriebsorganisationsfrage. Art und Größe der Lagerstätte bestimmt ganz maßgeblich die Abbau-Rentabilität. So sind kleinere europäische Betriebe mit durchschnittlich 2-3 % Cu-Gehalt vielfach zugesperrt worden, während sich bei den umfangreichen Vorkommen in Chile, USA, Canada und Peru auch bei Erzen unter 1 % Cu-Gehalt der Abbau lohnte, wenn die unangenehmen Begleitminerale Wismut, Arsen und Antimon gering waren oder auch ökologische Auflagen nicht so streng gehandhabt wurden. So liefern alleine die beiden Mega-Tagbaubetriebe Bingham (sei 1914 in Betrieb, eine dolinenartige Monokultur von 3 km Durchmesser und fast 1 km Tiefe) und Chuqicamata (10 km lang, 300 m tief) 14 % der Weltproduktion (1988: 8,79 Mio. t Weltproduktion Erzinhalt). Wenn wir weltweit einen Gehalt von 2 % zur Basis nehmen, ergibt sich eine Berge-Kubatur von 50 Mio. m³ und eine Kupfer-Erzinhalt-Kubatur ($D = 8,8$ bei 8,79 Mio. t Weltförderung) von 1 Mio. m³.

Nach diesen in 12 Punkten aufgezählten Größenkategorien von Kubaturbewegungen des Menschen gibt es einen raschen Abfall der Größenordnungen. Zum guten Teil liegt das daran, daß nun mehrheitlich Tiefbaue vorherrschen, die naturgemäß einen weitaus geringeren Berge-Anteil haben. So ist der an 6. Stelle der Wertstatistik (Erdöl und Erdgas ausgegliedert) stehende weltweite Silberbergbau nur mit 8 Mio. m³ jährlicher Kubaturbewegung zu veranschlagen. Der an 12. Stelle stehende Kali-Bergbau bringt es vergleichsweise auf 14 Mio. m³. Da dieser in besonderem Ausmaß durch viele Jahrzehnte auf Mitteldeutschland (heute Ostdeutschland) konzentriert war, dürfen wir davon ausgehen, daß dort das größte Kavernensystem der Welt vorliegt, da die Füllorte im Vergleich zum Steinkohlenbergbau (Alter Mann) und die zu Bruch gegangenen Stollensysteme ein relativ geringes Ausmaß einnehmen. Die an 9. Stelle stehende Zink-Produktion und die häufig vergesellschaftete Blei-Produktion (13. Stelle der Welt-Wertskala) sind gemeinsam nur mehr auf eine Kubatur von 0,1 Mio. m³ einzuschätzen (derzeitige Abbauwürdigkeit für beide 40 kg pro t).

Abschließend sei noch ein Vergleich mit einer anderen "Man-made-rock"-Form angestellt, nämlich der Mülldeponie, wengleich sie diesem Arbeitstitel der anthropogenetischen Hohlraum-Systematik nicht mehr angehört. Nach WHITE (1983: 436) und RATHJE (1991: 120) befindet sich der derzeit größte Müllberg der Welt mit dem Namen "Fresh Kills Landfill" auf Staten Island (NY, ca. 20 km südwestlich Manhattan). Auf ihn gelangt gut die Hälfte des New Yorker Müllaufkommens, wöchentlich 102.000 Tonnen. Er bedeckt eine Fläche von über 12 km² und hat derzeit eine durchschnittliche Höhe von 6 m. Am Beispiel der Müllverwertungsanlage von VAM bei Wijster (Niederlande, die derzeit größte der Welt) zeigt sich die schwierige Vergleichbarkeit sogar innerhalb der hochentwickelten Industrieländer. Dort wird durch Mülltrennung im Jahr immerhin 125.000 t Kompost, 20.000 t Papier,

6.000 t Plastik und 3.000 t Eisen in das Recycling zurückgeführt. Nehmen wir an, daß die USA mit dem größten pro Kopf Aufkommen der Welt so gewichtet wird, daß hier bereits 1/10 des Weltaufkommens vorliegt (RATHJE: Jahreshaummüllaufkommen der USA von 180 Mio. Tonnen !), dann dürfte der weltweit addierte Müllberg eine ähnliche Dimension annehmen wie die derzeit weltweit stattfindende Abraam-Förderbrücke im Braunkohlenbergbau. Hausmüll und Industrie Müll zusammen dürften hingegen die Kubatur-Größenordnung des gesamten Kohlenbergbaues (Steinkohle und Braunkohle) ausmachen. Wenn die traditionellen Gesellschaften der Entwicklungsländer, wo derzeit nur ein geringer Teil des Abfalls in der Deponie landet, sich auch den verschwenderischen Methoden der Industriegesellschaften angleichen sollten, wird der weltweite Müllberg alle bisher behandelten Dimensionskategorien sprengen. Man beachte, daß in hochentwickelten Industrieländern das Aufkommen von sog. Industrieabfällen (inkl. Gebäudeabbruch-Trümmer, Gewerbeabfälle, Klärschlamm, Straßenkehrriecht) noch größer ist als der Hausmüll. In den USA betrug im Jahre 1977 der feste Industrieabfall mehr als das Zweifache des damaligen Hausmülls, nämlich 344 Mio. t (GLOBAL 2000, 51. Aufl., 1985: 515). Ein guter Teil dieser "Man-made-rock"-Produktion geht nicht nur auf den gesteigerten Verbrauch von Rohmaterialien und sog. Energie-Abfällen zurück, sondern liegt auch im vermehrten bodenspekulativen Abbruch metropolitaner Altbau-Substanz. Ganze Häuserviertel werden abgerissen ("Abandoned Land"), deren gesprengter Schutt im Industrieabfall landet (Trümmerberge der Megapolis-Peripherie, Meeresverkipung bei Küstenstädten). Zum Vergleich betrug die Gesamtabfallmenge der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1980 je nach UBA- oder BMI-Berechnung 0,6-0,8 Tonnen pro Einwohner bzw. 37-39 Mio. t Jahresaufkommen (ADAM, 1985: 224). Davon entfallen auf Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbefälle gut die Hälfte.

Abschließend möchte der Verfasser seine Bergbaukubatur-Einschätzungen den Landverbrauchs-Berechnungen (1976, 1985) aus GLOBAL 2000 gegenüberstellen. Die Zahlen für 1985 sind die in GLOBAL 2000 vom US-Bureau of Mines übernommenen Prognosen. Die "Acres"-Angaben wurden in km² umgerechnet (siehe Vergleichstabelle 2 im Tabellenanhang).

Ein Vergleich mit dem qualitativen Hohlraum-Bau (Kavernenbau, Tiefgeschoßbau, wasserwirtschaftlicher Tunnelbau, Verkehrstunnelbau, Kanalbau i.A.) ist im weltweiten Vergleich mangels an statistischem Material nicht möglich. Die Dimensionen sind gegenüber den Bergbau-Aktivitäten um ein Vielfaches herabgemindert. So ist zum Beispiel die größte Verkehrstunnelbau-Kategorie mit derzeit weltweit ca. 2300 km Tunnellänge der großstädtische Untergrundbahn-Tunnelbau. Er repräsentiert im Tiefbau eine durchschnittliche Kubaturbewegung pro Laufkilometer von 50.000 m³, in offener Bauweise sogar zwischen 80.000 und 120.000 m³ (Bahnhofkavernenanteil mitgerechnet). Bei der derzeitigen Hochkonjunktur des weltweiten "Metro"-Baues ist die jährliche Leistung auf ca. 8-10 Mio. m³ zu veranschlagen. Eine ähnliche Größenordnung nimmt der übrige Verkehrstunnelbau ein. So baute in den letzten 30 Jahren Japan ca. 220 km (Summe der Tunnellängen, überwiegend Eisenbahn-Hochgeschwindigkeitsstrecken), die Bundesrepublik Deutschland 160 km (davon 154 km ICE- Neubaustrecken in nur 10 Jahren Bauzeit) und das kleine Österreich 200 km in 30 Jahren (hauptsächlich Hochleistungsstraßen; der in

wenigen Monaten durchschlagene Eisenbahn-Umfahrungstunnel Innsbruck bereits mitgerechnet). Der Verfasser mußte bedauerlicherweise feststellen, daß sogar bei den Ingenieur-Vereinen keine weltweiten Datensammlungen des qualitativen Hohlraumbaus vorliegen. Daraus erklärt sich auch die diesbezüglich fehlende Literatur.

Zusammenfassung

Es gibt in der Anthropogenetischen Geomorphologie ein großes Defizit von Arbeiten, die sich allein auf die "Technogenen Formen" konzentrieren. Diese Arbeit soll am Bergbau-Sektor einen Beitrag zur Systematik der "Engineering Geomorphology" liefern, nämlich Größenordnungen des menschlichen Eingriffs ins Erdrelief in jährlichen Kubaturbewegungen aufzeigen und untereinander abzuwägen. Die weltweit größte Kubaturbewegung geht von den Schotter-, Kies-, Sand-Abbaugebieten für Bau- und Industrie-Rohstoffe aus, wobei alleine für 600 Mio. Einwohner einer städtischen Bevölkerung der Mittelbreiten es sich um einen Jahresbedarf von 4.000 Mio. m³ handeln dürfte. Trotz Rücknahme des Tonziegels dürfte der jährliche Abbau pelitischer Materialien infolge des Materialzwangs tropischer Gebiete eine ähnliche jährliche Kubaturbewegung bedeuten. Die äußerst ungewisse Stampflehm-Umsetzung arider Gebiete konnte nirgendwo nachgefragt werden. Die übrigen bergbaulichen Hohlraumkategorien sind durch Förderstatistiken, Dichtekenntnisse des Berge-Anteils und diversen Volumina-Angaben in der Literatur so gut in den Griff zu bekommen, daß eine Vergleichbarkeit (siehe Vergleichstabelle 2) möglich erscheint.

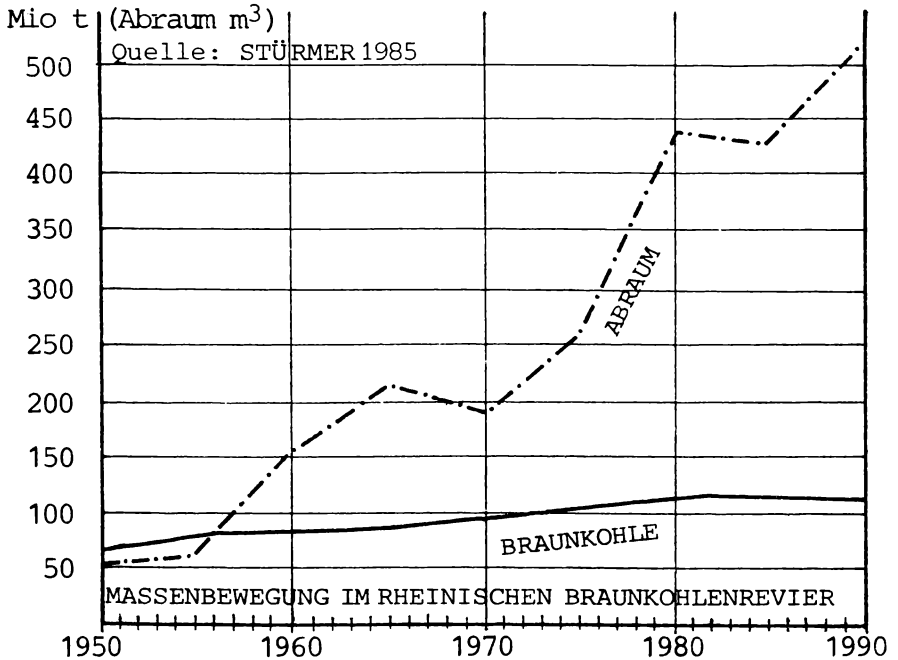
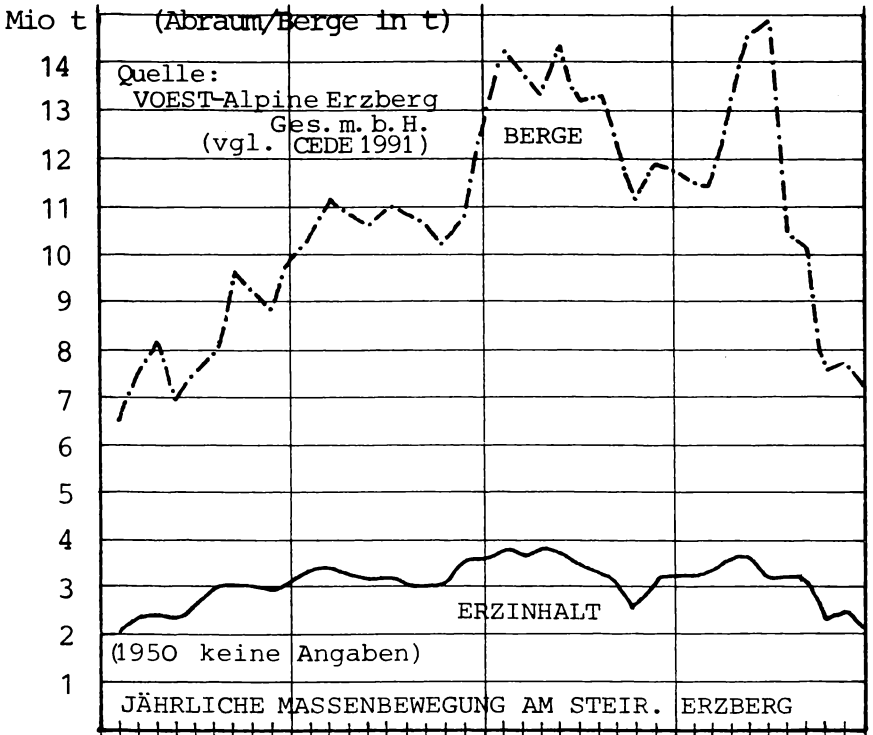
Tabellenanhang

Vergleichstabelle 1: Beispiele großer Abraum- (Berge-)Mengen bei der jährlichen Massenbewegung am Steirischen Erzberg (beide Angaben in Mio. t) sowie bei der Massenbewegung im Rheinischen Braunkohlenrevier (Kohle in Mio. t, Abraum in Mio. m³). 1 m³ Kohle entspricht hier 1,3-1,4 t Förderung.

Vergleichstabelle 2: Rangordnung der global summierten technogenen Formen im Bergbau:

- A) Jährlicher Kubatur-Verbrauch nach Einschätzungen des Verfassers (siehe Text),
- B) Jährlicher Flächen-Verbrauch nach Einschätzungen des US-Bureau of Mines (in GLOBAL 2000).

Vergleichstabelle 1:



Vergleichstabelle 2 (a):

Beispiel technogene Formen Bergbau (global): Welche Kubatur bewegt der Mensch jährlich bei den größten Bergbau-Aktivitäten?

1. Abbaugelände für Bau- und Industrie-Rohstoffe: Globale Abschätzung nicht möglich (insbes. wegen Stampflehm-Umsetzung für die schnell verfallenden Behausungen subtropischer Gebiete).

R i c h t w e r t S a n d- u n d K i e s b e d a r f hochentwickelter Stadtregionen der Mittelbreiten: 4.000 Mio m³ Jahresbedarf für 600 Mio. Einwohner städtischer Bevölkerung.

2. Steinkohlen-Kubaturbewegung (inkl. Berge): 3.860 Mio. m³
3. Braunkohlen-Abbau (inkl. Abraum-Förderbrücke): ca. 3.300 Mio. m³
4. Zement-Produktion (Rohstoff + Puzzolane): 558 Mio. m³
5. Eisenerz-Abbau: 303 Mio. m³
6. Ölschiefer-Abbau: ca. 270 Mio. m³ (bergmännischer Abbau)
ca. 450 Mio. m³ ("Modiefied in situ technology" inkl.)
7. Ölsand-Abbau: 143 Mio. m³
8. Zinn-Abbau: ca. 140 Mio. m³
9. Gold-Bergbau: ca. 140-150 Mio. m³
10. Phosphat-Bergbau: ca. 130 Mio. m³
11. Gebirgsabtrag für Umetate-chi (Japanische Landgewinnungs-Aufschüttungsfläche ohne Polder-System): Japan ca. 80 Mio. m³
12. Bauxit-Abbau: ca. 70 Mio. m³
13. Kupfer-Bergbau: ca. 50 Mio. m³
14. Kali-Bergbau: 14 Mio. m³

Zum Vergleich: H a u s m ü l l Jahresaufkommen der USA 180 Mio. t (1985)
I n d u s t r i e m ü l l der USA: 344 Mio. t (1977)

Vergleichstabelle 2 (b):

Beispiel technogene Formen Bergbau (global): Welche Flächen fallen jährlich den größten Bergbau-Aktivitäten zum Opfer?

| | km ² (1976) | km ² (1985) |
|--|------------------------|------------------------|
| 1. Bitumenkohle (Steinkohle, Braunkohle, Ölschiefer, Ölsand, Torf, etc.) | 1.841 | 2.104 |
| 2. Sand und Kies | 1.396 | 2.124 |
| 3. Steinbrüche | 935 | 995 |
| 4. Kupfer | 409 | 668 |
| 5. Übrige, nicht ausgliederte Rohstoffe | 364 | 534 |
| 6. Eisenerz | 344 | 550 |
| 7. Tonerden | 291 | 388 |
| 8. Phosphatgestein | 105 | 210 |
| 9. Welt insgesamt (ohne Öl und Erdgas) | 5.705 | 7.659 |

(Quelle: GLOBAL 2000, Tab. 13-43, acres umgerechnet)

Literatur

- ADAM, K., 1985: Die Stadt als Ökosystem. Geogr. Rundschau, 37, H. 5, 214-225.
- BENTZ, A., 1968: Lehrbuch für Angewandte Geologie. Bd. 2, Teil 1, 1355 Seiten, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- ČEDE, P., 1991: Der Steirische Erzberg - Reliefgestaltung infolge des Eisenerzbergbaues. Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz, 30, im Druck.
- DEMEK, J., 1968: Beschleunigung der geomorphologischen Prozesse durch die Wirkung des Menschen. Geolog. Rundschau, 58, 111-121.
- DOUGLAS, I., 1987: Engineering Geomorphology - an Introduction. International Geomorphology 1986, Part I, 109-110, J. Wiley & Sons 1987.
- FELS, E., 1965: Nochmals: Anthropogene Geomorphologie. Pet. Mitt. 1965, 9-15.
- FELS, E., 1967: Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde. Erde und Weltwirtschaft. Bd. 5, 312 Seiten, 2. erw. Aufl., Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart.
- FÜCHTBAUER, H., 1988: Sedimente und Sedimentgesteine. Sediment-Petrologie. Teil II, 1141 Seiten, Schweizerbart Stuttgart.
- GÄRTNER, E., 1979: Braunkohle. In: Das Energiebuch (Hrsg. Bischoff & Gocht, Braunschweig), 49-67.
- GOCHT, W., 1977: Wirtschaftsgeologische Bewertungsdeterminanten für Zinnseifen in Südostasien. Erzmetall. 30, Heft 5, 200-204.
- GLOBAL 2000 (Hrsg. d. dt. Übersetzung: KAISER, R.), 51. Aufl., 1985, Vlg. Zweitausendeins.
- HAAS, H.D. & FLEISCHMANN, R., 1991: Geographie des Bergbaus. Erträge der Forschung. 273, 275 Seiten, Wiss. Buchges. Darmstadt.
- HOFMANN, M., 1981: Belastung der Landschaft durch Sand- und Kiesabgrabungen, dargestellt am Niederrheinischen Tiefland. Forsch. z. dt. Landeskunde. 219, 224 Seiten + 9 Karten, Zentralausschuß f. dt. Landeskunde Trier.

- KADOMURA, H., 1982: Anthropogenetic transformation of geomorphic processes, a review. *Transactions Japanese Geomorph. Union*, 3, 97-106.
- KETTNER, R., 1960: Der Mensch als geologischer Faktor. In: *Allgemeine Geologie*. IV. Teil, 6, 301 f., VEB Dt. Verlag d. Wiss. Berlin.
- LEGGET, R.F. & HATHEWAY, E.W., 1988: *Geology and Engineering*. Civil Engineering Series. 613 Seiten, McGraw-Hill International, Singapore.
- LOUIS, H., 1968: Vom Menschen geschaffene oder beeinflusste Formen und Formungsvorgänge. In: *Allgemeine Geomorphologie*, 3. Aufl., 373-385, Lehrbuch der Allgemeinen Geographie I, Walter de Gruyter, Berlin.
- MAROVELLI, R.L. & KARHNAK, J.M., 1982: Bergbau. In: *Spektrum der Wissenschaft*, 11, 58-71.
- MEYER, D.E., 1986: Massenverlagerung durch Rohstoffgewinnung und ihre umweltgeologischen Folgen. *Z. dt. geolog. Ges.*, 137, 177-193.
- NEBOIT, R., 1989: Evolution géomorphologique et sociétés. In: *La recherche française récente en géomorphologie*. 2nd Int. Conf. Geom. Frankfurt, présentée par le GFG., 149-158.
- Neue Enzyklopädie der Erde, 1985, Hrsg. Bibliographisches Institut/Geogr.-Kartogr. Institut Meyer. 3184 Seiten (12 Bände), Mannheim.
- OKIMURA, T., 1989: Man-Made Transformation. *Transactions Japanese Geomorph. Union*, Vol. 10 A, 138-145.
- PERRY, H., 1983: Coal in the United States. A status report. *Science*. 222, 377-384.
- RATHJE, W.L., 1991: Once and Future Landfills. *National Geographic*. Vol. 179, No. 5, 116-134.
- RATHJENS, C., 1979: Die Formung der Erdoberfläche unter dem Einfluß des Menschen. Teubner Studienbücher Geographie, 160 Seiten, Stuttgart.
- SCHOPPER, M., 1979: Stadtentwicklungsplan Wien - Natürliche Lebensgrundlagen. *Beitr. z. Stadtforsch., Stadtentwicklung und Stadtgestaltung*, 67 Seiten, Geschäftsgruppe Stadtplanung, Wien.
- SCHRÖDER, P., 1989: Die wirtschaftliche Nutzung der Ölsandlagerstätten Kanadas. *Geogr. Rundschau*. 41, H. 1, 44-48.

- SCHUMANN, W. et. al, 1987: Mensch und Wirtschaft. In: Das Buch der Erde. Bd. 2, 431-848, Lexikographisches Institut München.
- SCHWIND, M., 1981: Das Japanische Inselreich. Bd. 2 (Kulturlandschaft), 658 Seiten, Walter de Gruyter, Berlin, NY.
- SHERLOCK, R.L., 1922: Man as a geological agent. An account of his action on inanimate nature. 372 Seiten, London.
- SUHLING, L., 1983: Aufschließen, Gewinnen und Fördern. Reihe Kulturgeschichte der Naturwiss. u. Technik, 246 Seiten, Deutsches Museum/Rowohlt, Hamburg.
- STÜRMER, A., 1985: Zur künftigen Rekultivierung von landwirtschaftlich genutzten Gebieten im Rheinischen Braunkohlerevier. Diss. TU-Aachen, 242 Seiten.
- TAMURA, T., YAMAMOTO, H., YOSHIOKA, S., 1983: A national summary of recent large-scale landform-transformation in Japan. Geogr. Rev. Japan, 56, 223-242.
- TICHY, F., 1960: Die vom Menschen gestaltete Erde. Die Erde, 1960/4, 241-257.
- WIRTH, E., 1987: Tragfähigkeit, Rohstoffe, Umwelt. Von den Grenzen des Wachstums und der Belastbarkeit unseres Geosystems Erde. Mitt. Geogr. Ges. München, 72, 9-40.
- WHITE, P.T., 1983: The World of Trash. National Geographic. Vol. 163, No. 4, 424-457.
- YOSHIKAWA, T. et al., 1981: The Landforms in Japan. 222 Seiten, Univ. Tokyo Press., Tokyo.
- ZAPLETAL, L., 1968: Geneticko-morfologicka Klasifikace Antropogennich Forem Reliefu. Acta Univ. Palac. Olomucensis - Fac. Rer. nat. 23 (= Geogr.-Geol. 8), 158 Seiten.

Statistische Daten zur Weltbergbauproduktion

- SCHMIDT, H., KRUSZONA, M., 1982: Regionale Verteilung der Weltbergbauproduktion und der Weltvorräte mineralischer Rohstoffe. 102 Seiten, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover.
- DER FISCHER WELTALMANACH, 1989, 1990, 1991, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt a. M.

Anschrift des Verfassers: Univ.Doiz.Dr. Harald EICHER, Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz, Heinrichstraße 36, A-8010 Graz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [30_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Eicher Harald

Artikel/Article: [Welche Hohlräume schafft der Mensch? Ein Beitrag zur Systematik technogener Formen in der anthropogenetischen Geomorphologie 89-105](#)