

SELENOGRAPHIE UND GEOGRAPHIE

Ein Rückblick auf das Jahr 1969

CARL TROLL

Es war ein epochales Ereignis des abgelaufenen Jahres 1969, daß Menschen erstmals ihren Fuß auf einen fremden Himmelskörper setzten. Am 23. Juli betraten die amerikanischen Astronauten NEIL ARMSTRONG und EDWIN ALDRIN im Rahmen des Unternehmens Apollo 11 die Mondoberfläche. Das Ereignis war die Krönung eines zehnjährigen pausenlosen Einsatzes der zwei konkurrierenden Supermächte im Weltraum. Durch das sowjetische Unternehmen Lunik 3 war 1959 erstmals von einer Weltraumsonde die Rückseite des Mondes fotografiert worden; im Rahmen des Fluges Apollo 8 hatten am Weihnachtstage 1968 drei amerikanische Astronauten den Mond erstmals umkreist. Mit diesen Fortschritten ist die Wissenschaft von der Mondoberfläche, die Selenographie, in ein ganz neues Stadium getreten. Ihr Beginn kann mit dem Jahre 1647 angesetzt werden, in dem der Danziger Astronom JOHANNES HEVELIUS auf Grund der neuen Fernrohrbeobachtungen in seiner „Selenographia“ erstmals die Topographie der der Erde zugekehrten Hälfte der Mondoberfläche eingehend beschrieb und mit Namen belegte. Seit der Erfindung der Photographie wurde diese Kenntnis bis in die letzten Jahre immer mehr verfeinert, bis zur Herausgabe des photographischen Mondatlas durch ZDENEK KOPAL 1965.

Viel schneller entwickelte sich die Selenographie der *Mondrückseite*. Die von Lunik 3 aus 40 000 bis 60 000 km Entfernung aufgenommenen Photographien waren noch sehr unscharf. Wenige Jahre später aber wußte man durch amerikanische Orbiter-Aufnahmen über die Rückseite des Mondes besser Bescheid, als man in den 3 Jahrhunderten seit HEVELIUS mit Hilfe der Fernrohrbeobachtung und der Photographie über die uns zugekehrte Seite hatte erfahren können. Topographisch sind heute durch die Radarhöhenmessungen der Orbiter-Satelliten viele Teile der Mondoberfläche bereits genauer bekannt als große Teile der Erde. Das z. Z. in den USA im Erscheinen begriffene, auf 144 Blätter geplante Mondkartenwerk 1:1 Million tritt der Int. Weltkarte 1:1 Million an die Seite.

Diese Perfektion wurde durch die verschiedenen Systeme ferngesteuerter Instrumententräger erzielt, die gleichzeitig in den USA und – unter dem Schleier der Geheimhaltung – in der Sowjetunion entwickelt wurden. Bezeichnend sind die Namen, die die Amerikaner den drei Typen gegeben haben: „Ranger“ sind die kleinen Instrumententräger, die kurz vor dem bezweckten Aufprall auf den Mond und ihrer Zerstörung in wenigen Minuten Tausende von Bildern aufnehmen und zur Erde funken können. Sie haben aus nächster Nähe die detailliertesten Bilder, z. B. von Zwergkratern von Tellergröße, geliefert. „Orbiter“ nennt man Satelliten, die, in eine Umlaufbahn (Orbit) gebracht, aus Entfernungen von über 50 km fortlaufend größere Teile der Mondoberfläche aufzunehmen vermögen. Für weitere Erkundungen, vor allem auch über die Boden- und Gesteinsbeschaffenheit („Selenogeological Survey“), konstruierte man die „Surveyor“, Roboter mit Federbei-

nen, die weich auf den Mond aufgesetzt werden, Informationen zur Erde funken, eventuell sogar Gesteinsproben aufgreifen und zur Erde zurückbringen können.

Die Selenographie hat sich mit dem Betreten des Mondes durch den Menschen von der klassischen Zeit der Selenotopographie und Selenonomastik (Ortsnamenkunde) zur *Selenologie* entwickelt, d. h. zum Studium der *Physiographie der Mondhülle* im Zusammenwirken aller vorhandenen Elemente der Natur. Diese Natur ist von einer Öde, Unwirtlichkeit und Lebensfeindlichkeit, die jede Vorstellung der Erdbewohner übersteigt, gegen die selbst die pflanzenlosen Trocken- und Eiswüsten der Erde noch als angenehme Lebensräume abstechen. Das hat zwei Gründe: das *Fehlen einer Atmosphäre*, infolgedessen auch des Luftdruckes und des Windes, und das *Fehlen von Wasser*, jedenfalls von Oberflächenwasser. Theoretisch wäre Wasser im Untergrund des Mondes denkbar, und zwar der thermischen Verhältnisse wegen nur in Form von ewiger Gefornis in geringer Tiefe, oberflächlich höchstens an ganz wenigen Stellen, die wegen Steilheit des Geländes in ewigem Schatten liegen. Das Klima ohne Atmosphäre ist mit irdischen Begriffen kaum faßbar. Es gibt keine Luftfeuchtigkeit, daher auch keine Verdunstung, keine Wolken, keinen Regen, Nebel oder Schnee.

Und die *Temperaturen*: Die Mondoberfläche, aus dunklen basischen und ultrabasischen Gesteinen gebildet, hat eine sehr geringe Rückstrahlung (Albedo ca. 7%), sie erwärmt sich daher in den hellen Zeiten enorm, sie strahlt aber in der dunklen Zeit um so stärker aus. In der Mitte der beschienenen Mondhälfte (Vollmond des irdischen Beschauers) herrscht (nach PETTIT u. NICHOLSON 1930) eine Temperatur von + 134° C, am Rande der beschienenen Halbkugel von etwa 60–70° C, in der Mondnacht, die im Turnus etwa 14½ Tage (355 Stunden) dauert, sinkt die Temperatur schlagartig innerhalb einer Stunde unter den Gefrierpunkt (bis – 153° C). Daher können auch die Astronauten nur in der Nähe der Schattengrenze länger existieren. Jahreszeitliche Temperaturschwankungen nach Art der irdischen gibt es nicht, da die Äquatorebene nicht 23½°, sondern nur 1,5° gegen die Ekliptik geneigt ist. Schon in geringer Tiefe sollen allerdings diese Gegensätze sehr gemildert sein. In 20 cm wird nach F. LINK nur eine maximale Temperatur von + 10° C erreicht, in 50 cm Tiefe herrscht bereits eine konstante Temperatur von – 50° C. Bei dem Mangel der Atmosphäre gibt es auch kein diffuses Himmelslicht, infolgedessen nur den Wechsel eines tief-schwarzen Himmels in der Mondnacht, an dem die Sterne stehen, aber nicht funkeln, und einer äußerst grellen Sonnenstrahlung während des zwei Wochen dauernden Mondtages. Die Sonne nimmt in diesen zwei Wochen unendlich langsam ihren Weg über den Mondhimmel. Der Wechsel von Tag und Nacht ist dabei plötzlich, da ja die Dämmerung eine Wirkung

des diffusen Lichtes ist. Es gibt weder ein zartes Himmelsblau noch ein Abend- oder Morgenrot. Dagegen erscheint unsere Erde vom Mond aus als ein zarter Farben und Tönungen, die schon die Astronauten von Apollo 8 in Entzücken versetzten. Während der Horizont des Mondes für den Betrachter auf seiner Oberfläche infolge der viel stärkeren Krümmung sehr eng ist, erscheint die Erde vom Mond aus als ein Ball von der 15fachen Fläche „unseres“ Mondes, in der bläulichen Farbe des Himmelslichtes, mit den hellen Wolkenfeldern und Wolkenwirbeln und den tiefblauen Weltmeeren. Und dieses Bild der Erde wandert infolge der täglichen Erdumdrehung für den Beobachter auf dem Mond im Tagesrhythmus. Unseren Mondphasen entsprechen dabei die Erdphasen Vollerde, Halberde und Neuerde. Aber die Erdscheibe bewegt sich dabei nicht merklich am Mondhimmel. Die viel größere und hellere Scheibe der Vollerde spendet der Mondnacht viel mehr Licht als umgekehrt der Vollmond der nächtlichen Erde.

Auch *selenomorphologisch* bietet sich ein seltsames Schauspiel. Das Fehlen der Atmosphäre äußert sich im Fehlen von Luftbewegung, so daß auch die Staubschicht, die das feste Gestein des Mondes überdeckt, nicht verweht und zu Dünen aufgehäuft wird. Es fehlen Meere, Flüsse und Bäche, infolgedessen Formen fluviatiler Erosion und alle Sedimentgesteine. Die *exogene Dynamik* beschränkt sich auf den Gesteinszerfall durch die enormen Temperaturschwankungen, es fehlen bei der Verwitterung Hydrolyse und Spaltenfrost, wobei noch zu bedenken ist, daß die Schwere auf dem Mond nur ein Sechstel der der Erde beträgt. Für die Erklärung der Staubschicht steht neben dem autochthonen mechanischen Gesteinszerfall auch eine zweite zur Diskussion, die Anhäufung kosmischen Staubes in äonenlangen Zeiträumen. Auch mit der Ansammlung sog. „Sonnenwind“-Partikel, d. h. von geladenen Korpuskeln, die ständig von der Sonne ausgestoßen werden, rechnen die Astrophysiker, da ihr Niederfall und ihre Ansammlung nicht durch eine Atmosphäre verhindert werden.

Das weitaus größte Interesse der Selenologie ist gegenwärtig der Petrographie des Mondes und seinem im wesentlichen endogenen Formenschatz zugewandt, da nun erstmals Mondgesteine zur Analyse zur Verfügung stehen. Als beherrschendes Formelement erscheinen auf den Mondphotographien die Millionen kraterähnlichen Vertiefungen, die nach den neuesten Kenntnissen von den längst bekannten und benannten großen von über 100 km Durchmesser bis zur Tassengröße schwanken können. Ihre Maße und die Schärfe ihrer Formen ist wohl der beste Ausdruck für eine der exogenen Dynamik entbehrenden Morphogenese der Mondoberfläche. Für die Erklärung der Krater kommen je nach ihrer Größe und ihrem nunmehr zu untersuchenden Aufbau die Meteoritentheorie (nach dem Vorbild des Meteorokraters von Arizona), die vulkanische Entstehung (Caldera-Theorie) oder Entgasungsvorgänge in Frage. Auch dieses feste Gerüst des Mondes scheint einer durch Jahrmillionen bestehenden Monotonie der Dynamik zu unterliegen.

Zu dem Fehlen der Atmosphäre und Hydrosphäre – von der Biosphäre ganz zu schweigen – kommt also noch diese *Monotonie der lunaren Lithosphäre* selbst.

Alles, was die Erdgeschichte so spannend macht, der Wechsel von Meeren und Festländern, von Abtragung und Sedimentation, von tektonischen Bewegungen und Klimaschwankungen, das Entstehen und Vergehen von Tier- und Pflanzenstämmen, fehlt der Mondgeschichte. Für die Selenowissenschaften liegt bei der weiteren Erforschung des Mondes das eigentlich Spannende vielleicht gerade in diesem urtümlichen, absolut toten, jeder irdischen Komplikation entbehrenden Zustand des Erdtrabanten.

Es war kein großer Naturforscher dazu nötig, diesen Zustand der Menschheit in einer Zeit ungestillter Hast, ungehemmten Fortschrittsglaubens und weiter Entmythologisierung drastisch vor Augen zu führen. FRANK BORMAN tat es in der Weihnachtszeit 1968, als er aus Apollo 8 im Anblick der trostlosen Wüste des Mondes Millionen gespannter Fernsehzuschauer aus der Genesis vorlas und ihnen die Schönheit, Buntheit und Fülle der belebten Erde gegenüberstellte: „Im Anfange schuf Gott Himmel und Erde – die Erde war wüst und leer.“ Diese Öde hat sich inzwischen durch die amerikanischen Raumsonden Mariner 6 und 7 auch für die *Oberfläche des Mars* herausgestellt, für den Planeten, für den man zeitweise glaubte, daß er Leben und sogar höhere intelligente Wesen tragen könne. Zwar hat der Mars eine Atmosphäre, aber sie hat an der Oberfläche nur eine Dichte von weniger als einem Hundertstel der irdischen Atmosphäre am Meeresspiegel. Und sie besteht fast ganz aus Kohlensäure, hat nur ganz wenig Wasserdampf und keinen Sauerstoff. Die Möglichkeit niederer Lebewesen ist nicht gänzlich ausgeschlossen, da auch Ammoniak und Methan nachgewiesen wurden. Meere und festländische Gewässer fehlen, vielleicht mit Ausnahme einer dünnen Eisschicht an den Marspolen. Die feste Oberfläche gleicht durch die große Teile bedeckenden Krater stark der Mondlandschaft, wenn sie deswegen auch nicht von der gleichen Entstehung zu sein braucht.

Wir brauchen den Blick nicht noch auf andere Planeten zu lenken, um die Frage aufzuwerfen, ob etwa auf ihnen die Voraussetzungen für *höheres Leben* gegeben sind. Unsere Erde, die zwar himmelsmechanisch nur die bescheidene Rolle eines Sonnenplaneten spielt, bekommt doch in heutiger Sicht den Glanz einer erhabenen Einmaligkeit. Im Blick auf die gesamte Seinswelt ist *Geozentrismus* durchaus reell. Es wäre ja nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit kaum vorstellbar, daß sich eine Entwicklung von Organismen wie die der irdischen zweimal unabhängig voneinander vollzogen hätte. Sie führte in etwa zwei Milliarden Jahren von den einfachsten Lebewesen im Weltmeer im Eozoikum zur Entstehung von Wirbeltieren und Landpflanzen im Silur, zu Kryptogamenwäldern, Insekten und den ersten Blütenpflanzen im Karbon, zu Sauriern und ersten Säugetieren im Mesozoikum, zur Fülle der Säugetiere und Vögel im Tertiär und schließlich in der allerletzten Phase von etwa einer Million Jahren zum Menschen. Es war eine Folge von unzählbaren phylogenetischen Akten einzelner Individuen und ganzer Populationen, die sich jeweils auch ganz anders hätten abspielen können. Der Planet Erde mit seiner ideal zusammengesetzten Atmosphäre, seinen Meeren und festländischen Gewässern und seiner optimalen Ekliptikschiefe von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bot für diese Entwicklung

ganz einmalig günstige Voraussetzungen, was natürlich noch keine Erklärung bedeutet.

Wenn man mit einem keineswegs mechanistisch denkenden Geowissenschaftler und Biologen wie O. H. SCHINDEWOLF die körperlichen Bildungen der Organismen ausschließlich dem Vererbungsgeschehen unterliegend betrachtet und annimmt, daß die Triebkräfte der organischen Entwicklung und auch die des menschlichen Handelns letzten Endes physikalisch-chemischer Natur sind, müßte man für eine Doppelentwicklung bis hin zum denkenden Menschen doch mindestens einen „ordnenden Weltgeist“, wenn nicht einen lenkenden Schöpfer akzeptieren. Damit aber betritt man den Boden der Metaphysik und der Religion.

Das Monderlebnis des Jahres 1969 war eine nur wenigen durchschaubare Spitzenleistung in zweifacher Hinsicht: 1. eine grandiose Steigerung und Konzentration physikalischer Erkenntnisse, mathematischer Berechnung und technischer Ausführung, 2. die exakte Durchführung des Unternehmens in 195 Stunden und 5 Minuten unter vorher festgelegter Präzision und dem gleichzeitigen visuellen Miterleben von Millionen Menschen in aller Welt. Man weiß kaum, welchem der beiden Triumphe man mehr Bewunderung zollen soll.

Gerade aber dieser Blick in die doch grauenvoll tote Welt des Universums sollte bei den Menschen ein Gefühl der Dankbarkeit gegen die Schöpfung erzeugen dafür, daß sie als Glieder dieser Schöpfung an den Wundern, Schönheiten und Geheimnissen dieser Erde teilhaben können. Die Wunder des Lebens, in dessen Mikrokosmos einzudringen ein mindestens ebenso grandioses Schauspiel ist wie das Eindringen in den Makrokosmos des Weltalls, und die Entfaltung der menschlichen Kultur und Gesellschaft, die sich dieser Schöpfung mit ständig gesteigertem technischen Kö-

nnen bedient, sind Erscheinungen von unausschöpfbarer Tiefe und Breite.

Die *Geographie* ist, wie ihr Name sagt, auf die Erscheinungen der Erde, und zwar auf die Zusammenschau des physikalischen, biologisch-ökologischen und kulturell-sozialen Geschehens gerichtet. Sie blickt wohl zur Sonne, weil die Erde von ihr die ganze Energie bezieht, die das klimatische, hydrologische und biologische Geschehen in Gang hält. Sie blickt auch zum Mond, der die Gezeiten des Meeres, der Atmosphäre und der festen Erde beherrscht und nach dessen Phasen wir unsere Monateinteilung vornehmen. Sie blickt auch zu anderen Gestirnen, um sich auf der Erdoberfläche zu orientieren. Aber die Geographie hat es heute weniger denn je nötig, sich etwa ein erweitertes Betätigungsfeld auf dem Mond zu suchen, wie wohl manchem Geographen in dem verflossenen Jahr von Laien, die die Aufgabe der Geographie nur im Entfernen der weißen Flecken der Erdkarte sehen, nahegelegt wurde. Die Geographie ist überreich ausgelastet mit ihrer Aufgabe, die natürlichen Lebensräume der Erde in ihrer Vielfalt und in ihren Gesetzmäßigkeiten zu erfassen und die Beziehungen und das Wechselspiel von Natur und Mensch, bei der Entwicklung von Kultur und Wirtschaft und im Wandel der Kulturlandschaften zu studieren. Diese Aufgaben nehmen auch mit dem Fortgang der Forschung keineswegs ab, weil mit jeder neuen Erkenntnis neue Fragen und Rätsel auftauchen, und weil auch die Kultur weiter fortgeschritten.

Die Geographie sollte sich der Größe ihrer irdischen Aufgaben, so schwierig und strapaziös sie dem einzelnen Forscher erscheinen mögen, gerade nach dem Jahre bewußt sein, in dem wir den 200. Geburtstag von A. VON HUMBOLDT gefeiert haben und die Entdeckungsreise zum Mond miterleben durften.

BUCHBESPRECHUNGEN

COHEN, SAUL B. (Ed.): *Problems and Trends in American Geography*. 298 S., 15 Fig. Basic Books, Publ., New York 1968. \$ 6.50.

„*Problems and Trends in American Geography*“ – „in“ statt „of“ macht es deutlich: das Ziel ist keine wissenschaftstheoretische Abhandlung zur amerikanischen Geographie, sondern „to express the concern of modern American geography with the significant issues of our times“. *Problemgeographie* also am Beispiel der Konfrontation der modernen Geographie mit weltweiten raumbezogenen Fragestellungen. Hervorgegangen aus einer von der AAG organisierten Reihe von Rundfunkvorträgen der „Stimme Amerikas“, präsentieren die Beiträge von 19 Vertretern der amerikanischen Geographie kaleidoskopartig die Spannweite der amerikanisch geographischen Forschung; eine Anthologie ohne umfassenden Kommentar.

Einzelne Schwerpunkte der amerikanischen Geographie lassen sich erkennen: Stadtgeographie (J. GOTTMANN; H. H. MAYER; A. R. PRED); Agrargeographie (J. F. HART; W. M. KOLLMORGEN; J. M. BLAUNT; K. H. STONE); Wirtschaft und Verkehr (E. J. TAFFEE; N. S. GINSBURG); Politische Geographie (S. B. COHEN; G. F. WHITE); daneben

Fragen der „recreation“ (E. E. ULLMANN), „*Geography of Poverty*“ (G. E. RECKORD), Hydrographie (L. M. ALEXANDER), der Luftbildforschung („remote sensing“; R. H. ALEXANDER), der Schulgeographie (C. F. KOHN). Schließlich drei Beiträge zur Wissenschaftstheorie selbst (P. E. JAMES; J. R. BORCHERT; G. KISH); der Schwerpunkt ihrer Aussage liegt in der eindeutigen theoretischen Ortsbestimmung der modernen Geographie – oder wenigstens wichtiger Teilbereiche – als Systemanalyse („spatial system analysis“) – Ein informationsreiches Kompendium ausgewählter geographischer Forschungsarbeiten („methodology by example“).

GERHARD FUCHS

SCHREFFER, HANS: *Allgemeine Geographie und Länderkunde*. Ausgewählte Arbeiten zum Gedenken seines 70. Geburtstages am 21. Mai 1967 (*Erdkundliches Wissen*, H. 16). In Verbindung mit E. OTREMBIA hrsg. von H. OVERBECK. XLI, 264 S., 8 Abb., Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1967. Brosch. DM 32,-.

H. OVERBECK und E. OTREMBIA legen die Aufsatzsammlung eines Geographen vor, der in beispielhafter Weise