

NEUERES VON DER OSTERINSEL

ALFRED STEINMANN

Bekanntlich birgt das weitab von den übrigen Inseln des Südseeraums inmitten des Stillen Ozeans gelegene, am Osterfest des Jahres 1722 vom holländischen Seefahrer Jacob Roggeveen erstmals gesichtete und nach jenem denkwürdigen Tag « Osterinsel » genannte vulkanische Eiland heute noch manche Geheimnisse, die vor allem die Herkunft seiner Bevölkerung, den Ursprung seiner megalithischen Terrassenbauten (den sogenannten Ahu's) mit den steinernen Riesenstatuen, ferner die über die ganze Insel verstreuten Felszeichnungen und Entzifferung der einzigen im Südseeraum bekannten Bilderschrift betreffen. Obwohl die so geheimnisvolle Kultur der Osterinsel, wie R. HEINE-GELDERN treffend bemerkt « als ein Lieblingsgegenstand dilettantischer Phantasien so sehr in Verruf geraten ist, daß man jedem Versuch einer über das Landläufige hinausgehenden Interpretation am liebsten aus dem Wege geht », ist es vielleicht doch angezeigt, heute auf einige neue, aus verschiedenen im Laufe der letzten 15 Jahre ausgeführten Untersuchungen sich ergebende Aspekte hinzuweisen, die an die Berichte und Untersuchungen früherer Autoren, wie W. KNOCHE, P. H. BUCK, STEPHEN CHAUVET und vor allem von MRS. SCORESBY ROUTLEDGE usw. anschließen.

Die unter dem 27. Grad südlicher Breite und dem 109. Grad westlicher Länge gelegene Insel hat eine Oberfläche von 179 km² (nach früheren Angaben 117,7 km²) und ist von der unbewohnten 450 km nordöstlich von ihr gelegenen Insel Salas y Gomes abgesehen die am weitesten nach Osten vorgeschobene *besiedelte* Insel Polynesiens. Aus der als Weideland für die Schafe dienende Ebene erheben sich erloschene Vulkane, deren höchster, der Rano Aroi im Norden, 538 m ü. M. liegt, während die Steinbrüche des niedrigsten, 300 m ü. M. im Osten gelegenen Rano-Raraku, das Material für die Riesenstatuen lieferten.

Die seit etwa 90 Jahren fremden Einflüssen ausgesetzte einheimische Bevölkerung ist heute stark gemischt; vor 3 Generationen soll es nur noch 159 reinrassige Osterinsulaner gegeben haben. Sie gehören, wie die Blutgruppenuntersuchung ergab, zu den Malaio-Polynesiern. Die Blutgruppe A ist mit 50,9 % gegenüber der Gruppe 0 mit 34,3 % deutlich vorherrschend. Die ursprüngliche Bevölkerung, die seinerzeit (1786) von La Pérouse auf 2000, von anderen sogar auf 5000 bis 6000 Seelen geschätzt wurde, ist infolge der blutigen Razzien der Peruaner, die im Jahre 1861 Tausende von Eingeborenen (deren Großzahl der adligen Klasse der Ariki angehörte) samt ihrem Herrscher als Arbeitskräfte für die Guanogewinnung in die Sklaverei verschleppten, innerhalb eines Jahrhunderts auf 1200 gesunken. Sie erreichte im Jahre 1866, infolge Epidemien wie Tuberkulose, Blattern usw., mit 155 Seelen (nach A. Pinart: *Exploration de l'Île de Pâques*, 1877, sogar 111 Seelen) zahlenmäßig ihren tiefsten Stand. Heute ist sie in stetiger Zunahme begriffen und belief sich im Jahre 1935 bereits auf 456 Polynesier, 7 Europäer und 4 Südamerikaner. Seit 1888 befindet sich die Insel in chilenischem Besitz und wird von einem Gouverneur verwaltet.

Die Osterinsel ist vulkanischen Ursprungs und dürfte relativ spät, vielleicht im Laufe des Tertiärs aus einem in 3000 m Tiefe liegenden submarinen Plateau emporgetaucht sein. Die hydrographischen Verhältnisse dieser waldlosen Insel sind trotz der relativ reichlichen Niederschläge ungünstig, weil das Regenwasser im stark durchlässigen porösen Boden versickert, sodaß die Wasserversorgung, d. h. ihre Sicherstellung, ein wichtiges Problem darstellt.

Zunächst sind die Beiträge der beiden Teilnehmer an der in den Jahren 1934 bis 1935 ausgeführten « Mission franco-belge à l'Île de Pâques », A. MÉTRAUX und H. LAVACHERY, die allerdings erst im Jahre 1939 erschienen sind, zu erwähnen. Im zweibändigen Werk von HENRI LAVACHERY: *Les pétroglyphes de l'Île de Pâques* (Anvers, Verlag De Sikkel, 1939, Textband: 140 S. Tafelband: 435 Zeichnungen und 172 Photos auf 80 Tafeln) erfährt das Problem der dortigen Felsbilder erstmals eine zusammenfassende Würdigung. Wichtiger als die ausführliche, den ersten Teil des Textbandes einnehmende Beschreibung dieser teils auf Steinblöcken im Freien, teils an mehr oder weniger senkrechten Felswänden und in Höhlen angebrachten Petroglyphen (Ritzzeichnungen von einigen Millimetern Tiefe und einer stellenweise bis zu 3 Zentimetern reichenden Strich-, bzw. Li-

nienbreite) erscheint uns der im zweiten Teil desselben Bandes unternommene Versuch, durch Vergleiche mit der Kunst anderer polynesischer und melanesischer Inselgebiete die spezifische Eigenart dieser primitiven Darstellungen zu analysieren, ihre charakteristischen Merkmale zu erfassen und die Bilder unter Heranziehung der Osterinsel-Plastiken, sowie ähnlicher Zeichen in der Osterinsel-Schrift, wenn immer möglich auch zu deuten. Mit Nachdruck weist der Verfasser auf die in der Kunst der Osterinsel sowohl in den Petroglyphen, wie in den Stein- und Holzplastiken zum Ausdruck kommende Neigung zur realistischen Darstellung der Objekte, die ihre Verfertiger auf den Felsritzungen mit äußerst sparsamer Verwendung von Einzelstrichen und unter Verzicht auf jegliches ornamentale Beiwerk, wie Schnörkel, Kurven oder Spiralen, zu erreichen suchen. Trotz dieser durchwegs feststellbaren Tendenz zu einer realistisch-nüchternen Ausdrucksweise lassen die Petroglyphen mitunter gewisse stilistische Unterschiede erkennen, die auf ein verschiedenes Alter derselben hinzuweisen scheinen und es manchmal ermöglichen sollen, frühere ältere Ritzungen von mehr oder weniger rezenten, die Merkmale eines dekadenten Stils zeigenden Bildern zu unterscheiden, was allerdings zu Kontroversen Anlaß geben und über deren Wertung man sich streiten kann.

Das Inventar der verschiedenen auf den Petroglyphen dargestellten Figuren, welche der Verfasser zu analysieren und zu deuten sucht, umfaßt unter anderem Gesichter, Menschen mit Vogelköpfen, diverse Tiere, wie Schildkröten, Fische, Vögel usw., aber auch Tatauierungszeichen, mondsichelförmige Brustschilde (Rei-Miro), Geräte für Jagd und Fischfang und sogar Seefahrzeuge! Den naheliegenden Gedanken, bei der Deutung der Petroglyphen diese zunächst mit alten mythologischen Überlieferungen der Osterinsel, wie sie früher von Mrs. ROUTLEDGE und später auch von A. MÉTRAUX systematisch gesammelt und kommentiert worden sind, in Beziehung zu setzen und in ihnen den Schlüssel zur Erklärung mancher dieser so phantastisch anmutenden Darstellungen zu suchen, hat sich auch LAVACHERY zu eigen gemacht. Das stets in Vorderansicht abgebildete menschliche Gesicht glaubt der Verfasser in den meisten Fällen als Maske des höchsten Gottes der Osterinsulaner Make-Make, der alten Mythen zufolge Welt und Menschen schuf, die Vögel nach der Osterinsel brachte und nichts anderes als eine Lokalvariante des alten polynesischen Gottes Tane darstellt, deuten zu können. Zur Stütze seiner Ansicht wird auf die frappante Übereinstimmung mit den aus der Kunst der Marquesaner und der Maori bekannten Darstellungen des sogenannten «Tiki» hingewiesen, der nach mythologischen Traditionen ebenso wie Make-Make als Schöpfer und Ahnherr der Menschheit gilt. Besonders eingehend werden die Augenpartien im Gesicht des Make-Make, sowie ihre Abwandlungen von der kreisrunden zur ovalen Gestaltung analysiert, denen er im Zusammenhang mit ähnlichen, wiederum in der Kunst der Marquesas- und anderer Südseeinseln auftretenden Augenmotiven besondere Bedeutung beimißt. Ebenfalls als Darstellung des Make-Make deutet der Verfasser das auf den Petroglyphen ausschließlich in Profilansicht wiedergegebene Wesen mit dem Körper eines Menschen und dem Kopf eines Vogels, der den an seinem gebogenen Schnabel kenntlichen, in der Südsee weitverbreiteten Fregattvogel (*Fregata minor*) darstellt. Als wichtiges Argument zugunsten seiner Ansicht dient ihm ein äußerst interessantes im Gebiet von Orongo (im Südwesten der Insel) gelegenes Felsbild mit der Darstellung eines menschlichen Wesens, das sowohl den Kopf des Fregattvogels, als auch zugleich das menschenähnliche Gesicht des Make-Make trägt. Ferner wird auch auf die aus verschiedenen Mythen ersichtlichen, zwischen Make-Make und den Seevögeln bestehenden engen Beziehungen, sowie darauf hingewiesen, daß Holzstatuetten des Make-Make in Gestalt eines Vogels, wie sie heute diverse Völkerkundemuseen besitzen, auf der Osterinsel früher verehrt worden seien.

Zu den allerdings nur sporadisch in Erscheinung tretenden, jedoch trotzdem sehr bezeichnenden Attributen des Vogelkopfmenschen gehört ferner das Ei der an ihrem spitzen Schnabel erkennbaren, ebenfalls auf manchen Petroglyphen abgebildeten schwarzen Seeschwalbe Manutara (*Sterna fuscata*, *lunata*?), das der Gott Make-Make in der einen Hand hält. Über die zwischen dem Kult des Make-Make und dem Ei der Manutara-Schwalbe bestehenden Beziehungen geben verschiedene uralte pascuanische Mythen Auskunft. Hier sei nur beiläufig daran erinnert, daß im Leben der Osterinsulaner die Erbeutung des ersten Eies der Seeschwalbe auf zwei im Südwesten der Insel gelegenen Klippen alljährlich eine große Rolle spielte und mit besonderen Tabuvorschriften und sonstigen Zeremonien für den jeweiligen durch diese Tat zum Jahreshäuptling ernannten sog. Tangata Manu verknüpft war. Die meisten der auf den Petroglyphen abgebildeten Tiere, wie Schildkröte, Polyp, Fisch usw. deutet LAVACHERY auf Grund polynesischer Mythen als Darstellungen übernatürlicher Wesen. — Wenn auch manche Schlußfolgerungen des Verfassers auf schwachen Füßen stehen und zur Kritik herausfordern, so glauben wir doch den bleibenden Wert seiner Publikation darin erblicken zu dürfen, daß sie den ersten Versuch einer vollständigen Zusammenfassung aller dort bekannten Felsbilder darstellt, die ein wichtiges Ausgangsmaterial für weitere Untersuchungen und Vergleiche liefert.

In diesem Zusammenhang darf vielleicht auch auf die verdienstliche, wenn auch recht summarische, im Jahre 1943 als Mitteilung des ethnographischen Museums von Zagreb veröffentlichte Übersicht über die Geschichte der Osterinsel und die mit ihrer Kultur verknüpften Probleme hingewiesen werden², die durch eine Zusammenfassung in französischer Sprache auch für uns zugänglich ist. Neueren Datums ist das viel ausführlichere, bei uns so ziemlich unbekannte Buch von P. SEBASTIAN ENGLERT: *La tierra de Hotu Matu'a* (Historia, etnologia y lengua de la isla de Pascua) Verlag S. FRANCISCO, Padre Las Casas (Chile), 1948, 533 Seiten, 60 Abbildungen, 40 Zeichnungen, 1 paläographische Karte. Der erste geschichtliche Teil ist der Darstellung der «vorchristlichen» Epoche (ca. 1570 bis 1866) gewidmet. Diese gliedert er in eine auf Grund einheimischer Traditionen durch eine gewaltige, einer ernsthaften Kritik leider nicht standhaltenden vulkanischen Katastrophe gekennzeichneten Frühzeit, auf welche die Einwanderung verschiedener Stämme unter dem ersten Herrscher Hotu Matu'a (1575) folgte. Verdienstlich sind die vom Verfasser festgehaltenen, langsam der Vergessenheit anheimfallenden Volksüberlieferungen, die jedoch, soweit ich sehe, nichts wesentlich Neues bringen. In die Periode von 1610 bis 1730 setzt der Verfasser die Blütezeit der megalithischen Kultur der Osterinsel bis zum ersten Kontakt mit der Außenwelt, die dann abgelöst wird von der Zeit des Niederganges (1730—1866) mit seinen inneren Fehden, Überfällen und Epidemien bis zum Beginn der Christianisierung durch die Missionare. Der zweite ethnologische Teil befaßt sich zunächst mit den religiösen Anschauungen, im besonderen mit dem Kult des Schöpfergottes Make-Make und dem früher zu seinen Ehren alljährlich abgehaltenen Feste der Erbeutung des ersten Seeschwalbeneies, das in der feierlichen Investitur des heiligen Tangata Manu gipfelte. In der anschließenden Beschreibung und Analyse der Felsbilder deckt sich seine Deutung der krummschnäbligen Vogelkopfmenschen als Darstellung des Make-Make mit derjenigen von LAVACHERY. Nach der einzelnen Beschreibung von Wohnung, Kleidung, Ernährung, Wasserversorgung, Fischerei, Spielen, Festlichkeiten und Zeremonien setzt sich der Verfasser mit der Bilderschrift auseinander. Der dritte, sehr verdienstliche Teil enthält eine kurze Grammatik und ein ausführlicheres Wörterbuch der Osterinsel-Sprache.

² ZDENKO VINSKI: *Zagonetna kultura Uzkrnog otoka*, Zagreb, 1943, S. 1—23.

Die umstrittene Frage nach Ursprung und Bedeutung der immer noch unentzifferten, auf Holztafeln eingeritzten Bilderschrift, die angeblich als mnemotechnisches Hilfsmittel beim Rezitieren historischer Ereignisse und auf die Schöpfungsgeschichte bezüglicher Texte gedient haben soll, ist neuerdings von R. HEINE-GELDERN wieder aufgegriffen worden. Bereits im Jahre 1938³ hatte er zu den umstrittenen Hypothesen von G. DE HEVESY und anderen, die die Osterinsel-Schrift mit derjenigen der alten Induskultur von Harappa aus dem 3. vorchristlichen Jahrtausend, ja sogar mit den ägyptischen Hieroglyphen in Beziehung zu setzen suchten, unter gleichzeitigem Hinweis auf gewisse Übereinstimmungen mit der altchinesischen Schrift der Shang-Dynastie in kritischem Sinne Stellung genommen. Seine Ansicht deckt sich mit der auch von J. FÉVRIER⁴ befürworteten Annahme eines, wenn auch sehr weit zurückliegenden gemeinsamen Ursprungs der protoindischen und der Osterinsel-Schrift. Noch weitergehend ist jedoch seine unlängst auf Grund archäologischer Zusammenhänge geäußerte Vermutung, die Osterinsel-Schrift, welche einige Zeichen mit der Harappa-Schrift gemein hat, könnte ebenso wie gewisse neolithische Steinbeilformen, als Überbleibsel alter vorpolynesischer Kulturelemente aus den Küstengebieten des mittleren oder südlichen China nach Polynesien gelangt sein. Beide Schriften sucht HEINE⁵ aus der « Ostkaspischen Kultur » (eine von ihm vorgeschlagene Bezeichnung für die Kultur mit schwarzer und grauer Keramik in Nord-Iran und Südwest-Turkestan aus dem 3. vorchristlichen Jahrtausend) abzuleiten, und zwar « die Harappa-Schrift mehr oder weniger direkt, die Osterinsel-Schrift auf dem Umweg über die Lungshan-Kultur ». (Die von G. D. WU im Jahre 1928 zu Ch'eng-tzu-yai in der Provinz Shantung entdeckte Lungshan-Kultur fällt ins Ende des Neolithikums). Diese Hypothese stützt sich auf gewisse Übereinstimmungen zwischen der « ostkaspischen » und der Lungshan-Keramik (deren Kultur oft irreführenderweise als « Kultur der Schwarzen Keramik » bezeichnet wird), ferner auf die übereinstimmende Bautechnik mittels gestampfter Erde und vielleicht auch auf Kenntnis und Gebrauch der Töpferscheibe usw., die aus der gleichen Quelle nach China gekommen sein dürfte. Die zahlreichen in der Lungshan-Kultur enthaltenen Elemente, die mit denen der « ostkaspischen Kultur » verwandt sind, führten den Verfasser zur Annahme, die allerdings noch einer Bestätigung bedarf, daß sie durch Abwanderung um ca. 2000 v. Chr. aus dem ostkaspischen Gebiet nach China gelangt sein müssen und dort die Lungshan-Kultur erzeugt haben dürften. HEINE-GELDERN, der sowohl die altindische Harappa-Schrift von der « ostkaspischen Kultur » ableiten will und auch die Osterinsel-Schrift insofern darin einbeziehen zu können glaubt, als sie eben über die Lungshan-Kultur Chinas nach Polynesien gelangt wäre, schließt seine Betrachtungen mit den Worten: « Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, dürften die Übereinstimmungen mancher Schriftzeichen der Osterinsel mit solchen der frühen chinesischen und der Harappa-Schrift viel von dem Unheimlichen und Abstoßenden verlieren, das ihnen offenbar in den Augen mancher Ethnologen und Archäologen anhaftet ».

Bezüglich der Frage nach der Besiedlung der Osterinsel hat HEYERDAHL's sensationelle mit seinem « Kontiki »-Floß aus Balsaholz bewerkstelligte Überquerung des Pazifiks von der peruanischen Küste aus nach den Tuamotu-Inseln in Polynesien, unerwartete Folgen gezeitigt, indem nun alte, längst bekannte polynesishe Überlieferungen, denen man bisher, weil sie die mit den damaligen Fahrzeugen

³ R. HEINE-GELDERN. Die Osterinselschrift (Anthropos 33, 1938, S. 815—909).

⁴ JAMES G. FÉVRIER. Histoire de l'écriture, Payot, Paris 1948. S. 149—153: L'écriture de l'île de Pâques.

⁵ R. HEINE-GELDERN. China, die ostkaspische Kultur und die Herkunft der Schrift (Paideuma, Bd. IV, 1950, S. 51—92).

für unmöglich gehaltene Bezwungung der ungeheuren Wasserwüste des pazifischen Ozeans voraussetzten, kaum Beachtung geschenkt hatte, in einem ganz neuen Licht erschienen. Nicht nur kommt einer Überlieferung der Bewohner der Marquesas-Inseln, nach welcher eine in einem großen Doppelboot ostwärts auf Entdeckungsfahrt befindliche Gesellschaft ein unbekanntes Land namens Taiti gefunden haben soll, das entweder die Osterinsel oder wahrscheinlicher Südamerika gewesen sein könnte, erneutes Interesse zu; es ist insbesondere die früheste, von W. J. THOMSON im Jahre 1889 aufgezeichnete Überlieferung, in der von der Entdeckung und Besiedlung der Osterinsel durch eine in zwei großen Booten *von Osten her*, und zwar aus einem als trocken und heiß geschilderten Gebiet, dessen Beschreibung genau auf die klimatischen Verhältnisse der peruanischen Küste zutrifft, kommende Gruppen von Polynesiern die Rede ist, die in diesem Zusammenhang besondere Beachtung verdient. In einer demnächst im IX. Band der «Wiener Beiträge zur Kulturgeschichte und Linguistik» erscheinenden Publikation wird R. HEINE-GELDERN, der bereits in seinem kurzen Artikel: «Heyerdahl's hypothesis of polynesian origin: a criticism» (The Geogr. Journal, Vol. 116 Dec. 1950) beiläufig darauf hingewiesen hat, die sich aus der Prüfung der Überlieferungen ergebenden Schlußfolgerungen, auf die ich hier mit seiner ausdrücklichen Genehmigung vorgehend hinweisen darf, vorlegen. Nach seinen Ausführungen würde die eine Gruppe der Besiedler der Osterinsel wahrscheinlich von einer der Tuamotu-Inseln stammen; sie verließ ihre Heimat infolge Niederlage im Krieg und erreichte die Osterinsel *auf der Rückfahrt von Südamerika!* Die Angabe, daß die Ahnen *von Osten* aus zur Insel gekommen seien, ist ganz eindeutig, ebenso wie die Schilderung des peruanischen Küstenklimas. — Die zweite Gruppe der Osterinsulaner (in der Literatur gewöhnlich als «Langohren» bezeichnet) könnte von den Marquesas stammen. Ob diese Gruppe gleichzeitig mit der ersten oder erst später gekommen ist, darüber sind sich die Überlieferungen nicht einig. Nach der Mehrzahl der Versionen scheinen beide Gruppen gleichzeitig in denselben Booten gekommen zu sein. Die Tuamotu-Leute dürften sich, da sie offenbar die verschiedenen Jahreszeiten kennen lernten, mindestens ein bis zwei Jahre an der südamerikanischen Küste aufgehalten haben. Nach der Überlieferung scheinen jedoch viele von ihnen während des Aufenthaltes in Amerika gestorben zu sein. Es wäre also durchaus denkbar, daß sich ihnen auf ihrer Rückreise andere Polynesier, die schon länger in Amerika waren, anschlossen und die leer gewordenen Plätze auf den beiden Doppelboten der Tuamotuer einnahmen.

Wie die Funde typischer Osterinsel-Werkzeuge an zwei Stellen der chilenischen Küste zeigen, dürften auch noch *nach* der Besiedlung der Insel von dort aus Fahrten nach der amerikanischen Küste stattgefunden haben. Es ist kaum anzunehmen, daß die Osterinsel immer baumlos war und deshalb dort keine größeren Boote gebaut werden konnten. Der Transport der riesigen und schweren Steinstatuen vom Steinbruch zu den Küsten-Ahus wäre ohne Hilfe von hölzernen Schlitten unmöglich gewesen. Verteilung und relatives Alter der Statuen spiegeln ziemlich deutlich den alljährlich immer stärker werdenden Holzmangel wieder. Die Überlieferung spricht jedoch ganz ausdrücklich vom Bau großer Kriegsboote noch in relativ später Zeit. Außerdem scheint den Osterinsulanern die kleine Insel Salas y Gomez bekannt gewesen und von ihnen öfters aufgesucht worden zu sein, was natürlich auch seetüchtige Boote voraussetzt.

Mit einer endgültigen Stellungnahme zu dieser hier angedeuteten gänzlich neuen Situation werden wir bis zur Einsicht in die Publikation von HEINE-GELDERN zuwarten müssen, deren Erscheinen wir mit Spannung entgegensehen.

L'ÎLE DE PÂQUES

L'article renseigne sur les dernières recherches relatives à la géographie, à l'ethnologie et à l'histoire de l'île de Pâques.

NUOVE SULL'ISOLA DELLA PASQUA

L'articolo dà informazioni sulle ricerche più recenti fatte sull'Isola della Pasqua.

PROBLEME DER KARRENBILDUNG

ALFRED BÖGLI

EINLEITUNG

Bei geomorphologischen Untersuchungen in den zentralschweizerischen Kalkalpen fand der Verfasser in den Karrenfeldern eigentümliche Formen, die in ihm Zweifel über das postglaziale Alter der Karren weckten. Daraus entstand das Bedürfnis nach einer neuen Bearbeitung des Karrenproblems.

Die physikalisch-chemischen Arbeitsgrundlagen haben sich seit Jahrzehnten kaum wesentlich verändert, wenn auch an Stelle der alten Auffassung vom Lösungsvorgang des Kalkes die Erkenntnisse über Ionenreaktionen getreten sind. Am Prinzip der Auflösung des Kalkes ändert das nichts. Die Löslichkeit des Kalkes beträgt im kohlensäurefreien Wasser 1,3 Härtegrade (16°C), beim Partialdruck des Kohlendioxydes von 0,00032 Atmosphären aber 6,5 Grade (15°C).

Der Einfluß biologischer Vorgänge auf die Korrosionskraft des Wassers ist sehr groß. Nach JÄCKLI⁷ reichert sich in der Bodenluft das Kohlendioxyd bis 10% an. Im Sommer 1947 konnten wir in humusreichen Moränen 8 Volumenprozent nachweisen. Die damit verbundene hohe Lösungsfähigkeit des Bodenwassers bedeutet aber noch keine Förderung der Karrenbildung, da diese im Rahmen der natürlichen Lösungskraft von andern Faktoren bestimmt wird.

Die Pflanzenwelt wirkt vorab durch die Mikroorganismen auf den Kalk ein. Die höheren Pflanzen sind indirekt durch die Schaffung von Humusanreicherungen als dem Lebensraum der Kleinlebewesen daran beteiligt. Bei stauender Nässe entsteht der saure und sehr aggressive Rohhumus, im andern Falle der Edelmhumus, der durch die gebildete Kohlensäure auf den Kalk einwirkt. Bei der erhöhten Löslichkeit vermag das Wasser jedoch nicht frei zu fließen und Konvektionsströmungen werden durch die vermodernden Pflanzenteile unterbunden. Die auftretenden Korrosionsformen sind leicht von den Karren zu unterscheiden.

Zahlreiche Autoren haben sich mit den kalklösenden Felsbewohnern beschäftigt. Hier verdienen vor allem die Arbeiten von BLÖCHLIGER³ und DÜGGELI⁴ besondere Beachtung. Sie fanden in den Verwitterungsrinden des Schrattenkalkes pro Gramm Oberflächenmaterial Zehntausende von Bakterien, darunter Milch- und Buttersäurebakterien. DÜGGELI⁴ schreibt mit Recht, es sei festzustellen, inwiefern die nachgewiesenen, steinbewohnenden Spaltpilze sich an den Verwitterungsvorgängen beteiligten, sei es als Produzenten von CO₂, sei es als Bildner organischer Säuren oder adsorbtiv ungesättigter Humusstoffe. Die von ihm bei Versuchen beobachtete hohe Korrosion wurde nur dank der Züchtung in den optimalen Verhältnissen einer Nährlösung bei erhöhter Temperatur erreicht. Die Bedingungen auf den Karrenfeldern weichen davon extrem stark ab, so daß die erwähnten Bakterien an der Grenze ihrer Existenzfähigkeit leben. Es fehlt vor allem an genügenden Mengen organischer Substanz, auf die diese heterotrophen Pflanzen angewiesen sind. Erst unter der Humusdecke normalisieren sich die Verhältnisse für die Spaltpilze. Abgesehen vom unbekannten Ausmaß der Korrosionswirkung kann bei der statistisch einigermaßen gleichmäßigen Verteilung der Individuen von einer karrenbildenden oder karrenfördernden Wirkung nicht gesprochen werden.

DER KALKGEHALT DES WASSERS AUS KALKGEBIETEN

Der Versuch, auf theoretischem Wege die Frage der Kalkauflösung durch die Niederschlagswasser auf eine für die Praxis befriedigende Art zu lösen, findet seine Grenzen in der großen Zahl der Unbekannten. Es ist praktisch auch nicht möglich, sie einzeln zu fassen. Wir beschränkten uns daher darauf, die gesamte Karbonatmenge durch Wasseranalysen zu bestimmen; die Meßergebnisse, das muß betont werden, können gar nichts über die Karrenbildung an sich aussagen, sondern nur das Ausmaß der gelösten Kalkmenge abklären.