

Untertag-Bergbau im Pleistozän

von Robert G. Bednarik, Melbourne

Einleitung

Die Frage nach dem Ursprung der vielen Tausende von Tonnen pleistozäner Steinartefakte, die in allen Kontinenten mit Ausnahme der Antarktis geborgen oder registriert worden sind, wurde bisher selten angeschnitten. Weltweit ist sehr wenig bekannt über Bergbauspuren der Eiszeit, in deutlichem Gegensatz zu den reichlichen neolithischen Beweisen von Feuersteinbergbau. Sicherlich wurden die meisten der im frühen Holozän und im Pleistozän verwendeten Mineralien lediglich an Stränden gesammelt, an Schutthalden und alluvialen Ablagerungen, oder sie wurden einfach von Oberflächenvorkommen gebrochen, ohne daß dabei heute erkennbare Spuren zurückblieben. Es liegen aber nun Beweise aus mehreren Kontinenten dafür vor, daß daneben auch Mineralien untertags gewonnen wurden, mit Hilfe von künstlicher Beleuchtung, Gerüsten und spezialisierten Bergbau-Werkzeugen. Die angewandten Methoden, sowie die aus dem vorliegenden Beweismaterial abzuleitenden Schlüsse auf die Geisteswelt der eiszeitlichen Bergwerksknapen, sind das Thema dieses Artikels.

Die neolithischen Feuersteinminen von Europa sind derart gut bekannt, daß sie hier nur ganz kurz erwähnt werden sollen. Besonders von Großbritannien liegen ausführliche Berichte darüber vor. In Grimes Graves (Sieveking et al. 1973) sind nun über 360 Schächte von bis zu 12 m Tiefe erschlossen worden, und die zahlreichen, darin gefundenen Werkzeuge gestatten Einblick in die Bergbaumethoden des Neolithikums. Hirschgeweihe dienten als Meißel und Brechstangen, Scapulae als Schaufeln, und Reste von Fackeln und Steinlampen liegen vor. Andere, gutbekannte britische Feuersteinminen schließen jene von Harrow Hill (Felder 1982) ein, sowie Cissbury, Church Hill und Blackpatch Hill (Curwen 1954), im Newhaven Member der Sussex White Chalk Formation (Mortimore 1983). Vom europäischen Festland liegen Berichte von neolithischen Flintminen aus den meisten Ländern vor, besonders im Westen und Norden (z. B. Stockmans et al. 1979; Weiner 1986), aber auch aus Polen (Babel 1986; Budziszewski 1986), Italien (di Lernia und Galiberti 1993; di Lernia et al. 1990/91), Rumänien (Comsa 1986) und Ungarn (Simán 1986). Die Technologie dieser Traditionen ist in Europa in beträchtlichem Detail untersucht worden (z. B. Vértes 1964a; Sieveking et al. 1972; Burleigh 1975; Lichardus 1980; Weisgerber 1980; 1986; Lech 1981; Felder 1982; Hubert 1985; Bácskay 1986; Salacinski 1986; Sieveking and Newcomer 1986), während man ihr anderswo weit weniger Beachtung geschenkt hat (z. B. Novikov and Radililovsky 1986).

Im Gegensatz dazu ist die Frage der Gewinnung lithischer Rohmaterialien in den wesentlich längeren paläolithischen und mesolithischen Zeitabschnitten weitgehend vernachlässigt worden. Selbst Beweise von Tagbautätigkeiten sind selten in der Fachliteratur zu finden (Ausnahmen sind z. B. Lanzinger 1986, betreffs einer Aurignacien-Grube in Italien; Stelcl 1986 berichtet von Fundorten im Mährischen Karst; und Cyrek 1986 von einer spätpaläolithischen Grube in Polen), jedoch liegen viele Beweise von weitreichendem Feuersteintransport aus dem europäischen Paläolithikum vor (z. B. Vértes 1960; Dobosi 1986). Das Thema Untertag-Bergbau des Pleistozäns wurde hingegen weltweit fast gänzlich vernachlässigt.

sigt. Dies hat zu Fehlschlüssen in der Fachliteratur geführt und zu der weitverbreiteten Ansicht, daß es keine Beweise von Untertag-Bergbau gibt, die älter als 12.000 Jahre sind und daß die meisten Flintminen 4 000 bis 6 000 Jahre alt seien (Weisgerber 1980; Vermeersch et al. 1989). Diese Fehlschlüsse wurden erst kürzlich korrigiert (Bednarik 1986a, 1990a). Umfangreiche Beweise von eiszeitlicher Untergrund-Gewinnung zweier Gesteinsgruppen, nämlich Silexgesteine und Eisenminerale, liegen in verschiedenen Erdteilen vor.

Über Silex

Um die paläoanthropologische Bedeutung des frühen Feuersteinbergbaues zu erörtern, ist es notwendig, zuerst die Geologie von Silexablagerungen zu bedenken, besonders Fragen der Diagenese sedimentärer Silikate und die Gründe für die Formung von Silexablagerungen. Echter Feuerstein ist lediglich eine Form von Silex, und im petrologischen Sinn ist dieser Ausdruck mit chronologischen und möglicherweise geographischen Andeutungen verbunden (Tarr 1938; Oakley 1939; Midgley 1951; Zeuner 1960; Milner 1962; Shepherd 1972; Hauptmann 1980; Slotta 1980): es wird damit ein undurchsichtiges sedimentäres Silikatgestein von nahezu schwarzer Farbe beschrieben, das in Kalkstein vorkommt, besonders in den Ablagerungen der Oberen Kreide von Westeuropa. Feuersteinähnliche Silikate erscheinen auch in anderen Karbonaten, wie Jura- und Tertiär-Kalken, ja sogar in Gips. Die Farbe von Feuerstein haben Hurst und Kelly (1966) erklärt, und die auffallende Farbänderung durch Patinierung, mit der Archäologen so vertraut sind, ist ein optisches Phänomen (Bednarik 1980).

Zahlreiche Verfasser befaßten sich mit den Entstehungsprozessen von sedimentären Silikatablagerungen seit dem späten neunzehnten Jahrhundert (z. B. Judd 1887; Tarr 1917; Moore and Maynard 1929). Die Ersetzungshypothese, zuerst aufgestellt von Van Tuyl (1918) und bestätigt von Correns (1926) und Wroost (1936), setzte sich allmählich durch (siehe Washburn und Navias 1922; Taliaferro 1934; Roy 1945; Bramlette 1946; Folk und Weaver 1952; White et al. 1956; Krauskopf 1956), und Walker (1962) erkannte den reversiblen Charakter des Ersetzungsvorganges. Die Erklärung der Silifizierungsprozesse war damit möglich geworden und daher die Deutung der Erscheinungsformen von Feuerstein und ähnlichen Silikaten: als horizontale, semitabulare Produkte ehemaliger Tunneln von Lebewesen wie Thalassinoiden oder als vertikale Paramoudras oder als Plattenflint, der auf ehemalige Frakturen zurückzuführen ist. Die erstgenannte Form ist die weitaus häufigste, und sie ist das Ergebnis des Unterschiedes zwischen der relativen Porosität und Lösbarkeit der zumindest ursprünglich waagrecht formierten Tunnelfüllung und ihrer Felsmatrix. Da diese Bildungen stets an die natürliche geologische Stratigraphie der Kalklagen gebunden sind, kann die räumliche Ausdehnung von solchen Silexstraten durch geologische Beobachtung prognostiziert werden. Auf diesen Punkt müssen wir später zurückkommen, da er manchmal für die Frage der kognitiven Fähigkeiten der diesen Bergbau betreibenden Steinzeitmenschen von Bedeutung ist.

Über Ocker und Ockerbergbau

In archäologischem Sprachgebrauch sind Ocker und Rötel Sammelbegriffe für verschiedene Eisenminerale, deren gelbe, braune und ganz besonders rote Farbe zu ihrer vorgeschichtlichen Verwendung als Pigmente führte. In der Praxis erscheinen sie meist als Gemenge verschiedener Eisenminerale (Eisenoxyde und -hydroxyde). Ocker besitzt einen hohen Gehalt von Limonit oder Brauneisenerz; $\text{FeO(OH)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, das meist von anderen Eisenverbindungen begleitet wird, während mit Rötel meistens

ein erdiges Gestein mit hohem Hämatitanteil, also Fe_2O_3 beschrieben wird. Eine scharfe Abgrenzung ist jedoch kaum möglich, denn es sind hier noch etliche weitere Eisenminerale beteiligt, die durchwegs unter natürlichen Bedingungen der Konvertibilität zu anderen chemischen Zuständen fähig sind (Bednarik 1979, 1987a). Vorgänge wie Hydratation, Dehydratation, Oxydation, Reduktion, Erhitzung und Zermahlung können alle die Farbe von ferrischen Oxyden ändern, die sogar unter natürlichen Bedingungen zu Ferro-Oxyden umgewandelt werden können, wie etwa in der Reduktion von Hämatit zu Magnetit, entweder durch pflanzliche Fäulnisvorgänge oder durch Waldfeuer. Dieses Mineral kann selber zu Maghemit oxydiert werden, welches wieder metastabil in Bezug auf Hämatit ist. Magnetit kann oxydieren oder hydrieren zu Goethit oder Lepidokrokit, ersterer kann dehydrieren zu Hämatit, letzterer zu Maghemit. Belüftung, Feuer, Wasser, Insolation, Mikroorganismen oder Variationen im pH-Wert sind nur einige der Faktoren, die solche Prozesse herbeiführen können. Somit kommen nicht nur verschiedene Formen von Eisenverbindungen stets zusammen vor; wir können nicht einmal wissen, in welcher Form sie einst als Pigmente in Felsmalereien aufgetragen worden sind (Bednarik 1992a).

Australien besitzt mehrere ethnologisch gut verbürgte Wissensquellen über Ockerbergbau. Beispielsweise berichtet George Augustus Robinson von der Bergbautätigkeit, die er 1834 nahe Mount Rowland in Tasmanien beobachtete (Plomley 1966). Bergbau wurde dort ausschließlich von Frauen betrieben, die in schwerer Arbeit mit zugespitzten Holzstöcken und Hammersteinen das hochgeschätzte Gestein in engen Stollen brachen. In Säcken aus Känguruh-Haut wurden die schweren Ladungen, ebenfalls von Frauen, abtransportiert. Robinson beschreibt, wie eine der weiblichen „Knappen“ in einem engen Stollen steckenblieb und an den Beinen herausgezogen werden mußte.

In der riesigen Ockergrube von Wilgie Mia in Westaustralien sind mit ähnlichen Holz- und Steinwerkzeugen Tausende von Tonnen des Minerals geschürft worden, offensichtlich über einen enormen Zeitraum. Der Tagbau ist zwischen 15 und 30 m breit und etwa 20 m tief, und von dieser Grube führen zahlreiche Gallerien und Gänge weg, denen entlang die Knappen dem Flöz folgten. Bis etwa 1939 wurde die Arbeit hier von Männern betrieben, die hierfür Stangengerüste errichteten, um auf verschiedenen Höhen arbeiten zu können. Feuergehärtete, hölzerne Keile von bis zu 50 cm Länge wurden mit schweren Steinschlegeln in den Fels getrieben, die Steinbrocken herausgetragen und mit runden Mörsersteinen pulverisiert. Den Staub mischte man mit Wasser und formte Kugeln für den Transport (Flood 1983: 239).

Derartige Bergbauspuren aus der europäischen Urgeschichte sind vermutlich in späteren Jahrtausenden oft zerstört worden. In den Lovashöhlen bei Balaton, nördlich des Plattensees in Ungarn, existiert ein Ockerbergwerk, auf dessen pleistozänes Alter man aus Knochen von *Megaloceros* sp. und *Capra ibex*, sowie aus einer vermutlich dem Szeletian angehörigen Lorbeerblattspitze, schließen kann. Ocker enthaltende Röhrenknochen wurden dort ebenfalls gefunden (Thomas 1956: 36-37) und ein Alter von über 40.000 Jahren vorgeschlagen.

In der Spekularitmine von Tsantsabane bei Postmasburg, Südafrika, wurden schätzungsweise 73.000 Tonnen Ocker abgebaut, sicherlich ebenso über beträchtliche Zeiträume. Die Mine mit ihren bis zu 60 m tiefen Stollen diente in jüngerer Zeit allen umliegenden Ländern als Pigmentquelle (Campbell 1835), bis der Bergbau um 1910 zu einem Ende kam.

In der Löwenhöhle, Bomvu Ridge in Nordwest-Swaziland, liegen zehntausende von Steinartefakten vor, die dem Middle Stone Age angehören, also dem eurasiatischen Mittelpaläolithikum entsprechen. Ein Teil der Bergbauspuren scheint auf Grund von Holzkohleproben etwa 43.000 Jahre alt zu sein (Beaumont und Boshier 1972,6). Beaumont erschloß viele weitere Hämatitgruben in Südafrika, Zambia und Zimbabwe, die nicht der Eisengewinnung dienten, sondern oft steinzeitliche Pigmentquellen waren (Beaumont 1973). Seine Vorstellung über eine weitverbreitete Ockerverwendung bis vor mehr als 100.000 Jahre wird von Klein (1978) bestätigt, der Ocker in den Charama Schichten der Bambatahöhle in Zimbabwe um 125.000 Jahre datierte. Sogar in den Schichten des entwickelten Oldowans von

Olduvai BK II, Tansanien, liegt angeblich Ocker vor (Leakey 1958), obgleich dies nach Oakley (1981, 207) eher rötlicher vulkanischer Tuff ist. Die ältesten bekannten Andeutungen von Hämatitverwendung liegen aus der Wonderwork Höhle im Cape Gebiet von Südafrika vor, wo sie bis zu 800.000-900.000 Jahre alt zu sein scheinen (Bednarik 1993).

Portable Steinplatten mit Ockerbemalung sind aus dem afrikanischen Middle Stone Age von Zimbabwe (Walker 1987) und Namibien (Wendt 1974) bekannt, und Ockerstücke mit Abnützungsfacetten oder Reibspuren aus Swasiland (Beaumont et al. 1978), Südafrika (Singer und Wymer 1982), Namibien (Wendt 1974), Tansanien (Inskip 1962) und Äthiopien (Clark 1988). Derartige Exemplare noch höheren Alters liegen aus Indien (Bednarik 1990b), der Tschechischen Republik (Marshack 1981), Frankreich (de Lumley 1966) und Spanien (Howell 1966: 129) vor, in allen vier Fällen aus dem Acheuléen. Ockerverwendung im Moustérien ist von Fundstellen in Frankreich (z. B. Jullien 1965), Ungarn (Vértes 1964b), Ukraine (Klein 1973) und Libanon (Solecki 1975) beschrieben worden.

Paläolithischer Silexbergbau in Ägypten und Europa

Das wohl bestdatierte Beispiel von pleistozänem Silexbergbau ist aus Oberägypten berichtet worden (Vermeersch et al. 1984a, 1984b). Reichliche Spuren bei Nazlet Khater 4 im Niltal bezeugen umfangreiche Grubentätigkeiten in alluvialen Ablagerungen, wobei eine an Silexknollen reiche Strate von etwa 1.5 m silexfreien Sedimenten überlagert ist. Somit ist der ergiebige Flöz von der Oberfläche nicht sichtbar, und seine Anwesenheit mußte von etwas entfernten Aufschlüssen induziert werden, bevor man sich entscheiden konnte, Schächte durch die unergiebigen Deckschichten zu teufen. Nicht weniger als sieben solche Schächte, sowie ein 9 m langer Querschlag, sind noch erkennbar. Die Abbaumethode bestand offenbar aus der Anlage von glockenförmigen Duckelbauen, von deren Sohle Stollen in den Flöz getrieben wurden, bis die ursprünglichen Schächte durch einen offenen Graben verbunden waren. Das Füllmaterial der Grube enthielt mehrere Feuerstellen, und eine Serie von Radiokarbon-Daten ergab Werte von etwa 35.100 bis 30.360 Jahre BP. Ein Grab, nur 400 m entfernt, enthielt einen archaischen *Homo sapiens* nebst einer Steinaxt, die jenen aus der Grube in jeder Weise ähnelt.

Vermeersch et al. (1986) und Vermeersch und Paulissen (1989) berichten von einer großen Zahl etwas einfacherer Gruben bei Nazlet Sabaha, Nilaufwärts von Nazlet Khater gelegen. In diesen, bis zu 1.7 m tiefen Gruben, fanden sich zahlreiche Dekortikationsreste einer levalloiden Industrie. Diese Serie angeblich mittelpaläolithischer Gruben (aber siehe Bednarik 1990a) wurden unter ähnlichen Voraussetzungen angelegt: um an die ergiebige Alluvialschicht zu gelangen, mußte erst das hangende taube Gestein beseitigt werden. Somit ist auch hier die kognitive Fähigkeit nachgewiesen, zunächst unproduktive Arbeit in Hinsicht auf ein abstraktes Ziel, das nur durch logische Überlegung rationalisierbar ist, in Kauf zu nehmen.

Der erste Beweis pleistozänen Untertag-Silexbergbaus in Europa wurde 1981 mit der Erkennung der Bergbauspuren in Bara Bahau erbracht (Bednarik 1986a). Diese an der Vézère liegende, französische Höhle enthält nahe des Endes ihres 116 m langen Ganges eine Konzentration von graviertem Parietalkunst (Glory 1955), bestehend aus achtzehn Tierfiguren und zahlreichen Fingerrillen, vermischt mit vielen Kratzern von Höhlenbären. Die zoomorphen Petroglyphen sind durchwegs jünger als die Fingerrillen (Bednarik 1986b), und wenngleich Leroi-Gourhan (1971) sie in seinen Stil IV (angeblich Mittleres und Oberes Magdalénien) stellt, ziehe ich vor, diese rein stilistische Zuweisung als ungesichert zu werten. Zwar scheint die Abwesenheit einer Superposition von Bärenkratzern auf ein eher geringes Alter hinzuweisen, doch stilistische Anklänge wären ebensogut in Gravettien-Petroglyphen zu finden.

Jedoch müssen weder die Tierbilder noch die eindeutig älteren Fingerrillen gleichaltrig mit den Bergbauspuren sein, wenngleich sie im selben Raum erscheinen. Viele der aus der Felswand herausragen-

den Silexknollen sind durch gezielt parallel zur Wand gerichtete Hiebe abgetrennt worden, und die dabei freigelegten Spaltflächen sind durchwegs patiniert (Bednarik 1986a). Australische Studien von Silexpatinierung zeigten, wie langsam diese Verwitterungsvorgänge in einer Speläoatmosphäre wirken (Bednarik 1980). Unmittelbar neben den zerschlagenen Silexknollen konnte keine Beschädigung der verwitterten Felswand beobachtet werden, und da anzunehmen ist, daß diese Tätigkeit ohne solche Arbeitsspuren kaum zu bewerkstelligen gewesen sei, scheinen letztere durch Erosion gelöscht worden zu sein. Somit wäre ein wesentlich geringeres Alter für die ikonographischen Gravierungen anzunehmen. Bara Bahau war auch im Moustérien bewohnt; so besteht für die Datierung des Silexabbaus die Möglichkeit, denselben entweder in das frühe Oberpaläolithikum oder in das Moustérien zu stellen.

Seit der Entdeckung dieser ersten frühen Bergbauspuren in Europa sind Beweise von Untertag-Silexabbau auch aus Ungarn berichtet worden. Im Gegensatz zu Westeuropa mit seinen umfangreichen Feuersteinvorkommen, mangelt es in Osteuropa weitgehend an ähnlichen Ablagerungen sedimentärer Silikate. In Ungarn wurden in erster Linie Quarzporphyre, Obsidian oder Silikatgesteine hydrothermalen oder limnischen Ursprungs genutzt und paläozoische oder kreidezeitliche Silexformen wurden als Alluvialschotter gesammelt (Takács-Biró 1986). Gábori-Csánk (1988) legte jedoch Beweise von „Untergrund-Abbau“ aus einer Höhle in Ungarn vor. Dort wurde Silex mit Steinhacken des Moustériens gebrochen. Damit läßt sich Untertag-Bergbau in Europa, ebenso wie in Afrika, bis ins Mittelpaläolithikum zurückverfolgen.

Untertag-Silexbergbau in Australien

Die ersten Anzeichen eines Untertag-Bergbaus in Australien wurden schon vor langer Zeit erkannt. Evans (1919-20) berichtete von solchen Beweisen in der Weebubbie Höhle auf der Nullarbor Ebene, und die Cave Exploration Group of South Australia beobachtete ähnliche Spuren in der Warbla und der Mullamullang Höhle, ebenfalls auf der Nullarbor (Hill 1966). Aber erst die Untersuchung der Bergbauspuren in der Koonalda Höhle ließ das Ausmaß dieser Bergwerkstätigkeiten, ebenso wie ihr pleistozänes Alter, deutlich werden (Gallus 1968, 1971).

Die Silexflöze der Nullarbor, einer riesigen Karstebene, die sich über Teile von Südaustralien und Westaustralien erstreckt, sind an den obereozänen Wilson Bluff Kalk gebunden, ein brüchiger Biomiorit, der von 15-30 m hartkristallinem untermiozänem Nullarbor Kalk überlagert wird. Die Silexvorkommen sind somit lediglich in Höhlen und an der meist senkrechten und unzugänglichen Erosionsküste entlang der Great Australian Bight sichtbar. Eine Ausnahme ist Wilson Bluff selbst, nahe Eucla, wo der Flöz an die Oberfläche tritt. Dort besaß der Mirning Stamm einen wichtigen Steinbruch namens Kaldilyerra, den Bates (1914) als 'one of the great hereditary commercial assets' des Stammes beschreibt. Es liegen aber keinerlei Nachweise dafür vor, daß die Mirning von den Untertag-Silexablagerungen wußten.

In der Koonalda Höhle bestehen reichliche Beweise von Kalzedonbergbau bis zu 300 m vom Eingang. Vorgeschichtliche menschliche Anwesenheit scheint ausschließlich auf das Pleistozän beschränkt zu sein, von etwa 15.000 bis mehr als 31.000 Jahre BP (Gallus 1971; Wright 1971). Der Eingangsschacht der riesigen Höhle besteht aus senkrechten sowie überhängenden Felswänden, somit war ihre Begehung mit beträchtlichen technischen Schwierigkeiten verbunden. Neben den umfangreichen Silexabbauspuren enthält Koonalda auch ausgedehnte Fingerrillen in der Art Passage, außerhalb der Schwelle natürlichen Lichtes (Gallus 1968; Maynard und Edwards 1971; Bednarik 1986a, 1986b). Diese archaische Form von Felskunst ist zwar an sich undatiert, doch zirkumstantielle Anhaltspunkte erlauben, ein Mindestalter von etwa 20.000 Jahren anzunehmen (Bednarik 1986c). Es liegen allerdings keine eindeutigen Beweise dafür vor, daß die Felskunst, die den älteren der europäischen Fingerrillen (wie in Cosquer Höhle, Baume

Latrone oder Bara Bahau) gänzlich gleicht (Bednarik 1986b), dasselbe Alter wie die Bergbauspuren besitze.

Die Entdeckung ähnlicher Höhlenkunst in 1980 im Raum von Mount Gambier, im äußersten Südosten von Südastralien, führte zur Erschließung von bisher bereits nicht weniger als 35 Höhlen mit Gravierungen verschiedener Art, einschließlich Fingerrillen (Bednarik 1984, 1985, 1987b, 1989, 1990c, 1991). Ebenso wie die Nullarbor ist dieses Gebiet ein tertiärer Karst, mit hunderten von Höhlen. Der Gambier Kalk gehört dem Oligozän und unteren Miozän an und enthält in seinem oberen Teil mehrere deutlich ausgeprägte Straten von Sedimentärsilikaten, die entlang der Küste und in Höhlen zu Tage treten. Die Küstenvorkommen mögen allerdings während des Spätpleistozäns von Sanddünen verdeckt gewesen sein. An einigen wenigen, oberflächlichen Steinbrüchen im Inland, wie etwa einem Felsrücken südlich von Kongorong, kommen große Mengen von Abbaurückständen vor, die durchwegs sehr tief patiniert sind. Untertagabbau ist bisher in fünf jener Höhlen nahe Mount Gambier nachgewiesen worden, in denen Fingerrillen vorkommen: Karlie-ngoinpool Höhle, Koorine Höhle, Gran Gran Höhle, Prung-kart Höhle und Malangine Höhle. Die allgemeine Reihenfolge der Höhlenkunst-Traditionen im Gebiet von Mount Gambier beginnt mit Fingerrillung (stets in „Montmilch“, auch Mondmilch oder Bergmilch genannt; siehe Schmid 1958), gefolgt von linearen, mit Steinwerkzeugen (Kalkstein oder Silex) eingeschnittenen Zeichen. Wesentlich später erscheint der Karake Stil, der aus tiefgravierten geometrischen Mustern, besonders Kreisen und Motiven konvergierender Linien, besteht. An einigen wenigen Fundstellen folgen dann noch seichte Einritzungen und jüngere Motive. Allerdings kommen beispielsweise auch Fingerrillen, die vom späten Holozän stammen, vor; somit bieten Stil oder Technik noch keinen sicheren Anhaltspunkt für relatives Alter. In der Malangine Höhle konnten die beiden jüngeren der dortigen drei Petroglyphengenerationen dem Holozän zugewiesen werden, indem dazwischenliegende sekundäre Kalkablagerungen direkt datiert wurden (Bednarik 1984, 1985). Die wesentlich älteren Fingerrillen besitzen allgemein sicherlich pleistozänes Alter, besonders an Stellen, wo sie von Megafauna-Tierkratzern gefolgt werden. Die australische Megafauna starb weitgehend vor 18.000 Jahren BP aus.

Obleich die Bergbautätigkeit bei Mount Gambier undatiert bleibt, sind indirekte Anhaltspunkte für ihr Alter vorhanden. Entlang der Küste liegen riesige Marineablagerungen von Silexknollen vor, die sich aber erst seit Beginn des Holozäns bilden konnten (Bednarik 1989). Alle Holozänartefakte bestehen aus ihren kryptokristallinen, flintähnlichen Silikaten, während alle aus Pleistozänablagerungen stammenden Artefakte aus den grauen, minderwertigen Silikaten hergestellt worden sind, die sich in den Höhlen finden. Die Abbaufächen in den Höhlen sind patiniert und manchmal von Tropfsteinbildungen beträchtlicher Dicke überwachsen.

Silex-Bergbautechnik in Australien

Weltweit dürften die meisten Silex- und Ockergruben des Pleistozäns von späterer Bergbautätigkeit derart zerstört worden sein, daß deutliche Beweise einer eiszeitlichen Benützung nicht hätten überleben können. In vielen Weltgegenden mögen neolithische Besiedlungsdichte und Verwendungsintensität höher gewesen sein als in früheren Zeitaltern, und wir wissen, daß manche dieser Minen bis in das jetzige Jahrhundert ausgebeutet wurden. Untertagbeispiele solcher Tätigkeiten mögen eine bessere Chance gehabt haben, zu überleben, besonders in Gebieten, wo spätere Bevölkerungen Höhlen grundsätzlich mieden. Beispielsweise liegen in Australien zahllose ethnographische Beweise vor, daß rezente Aborigines Höhlen und oft sogar tiefe Abris mieden, denn diese wurden von meist böswilligen Geistern bewohnt. Somit wäre zu erwarten, in tiefen Höhlen frühe Beweise von Untertag-Bergbau besonders unbeschädigt antreffen zu können.

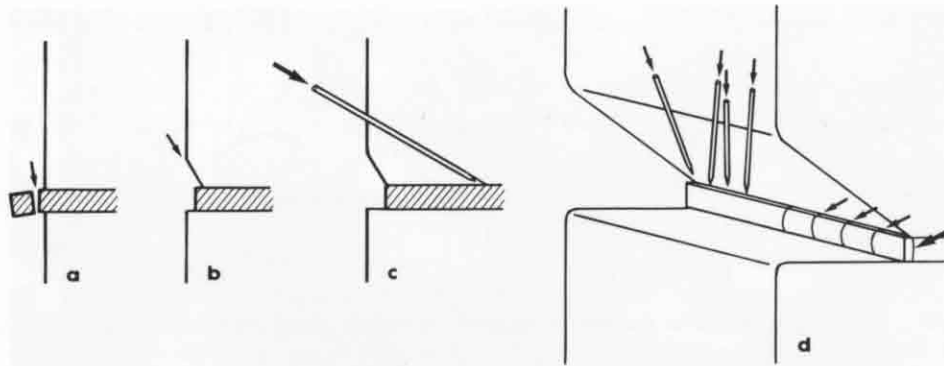


Abb. 1. Bergbaumethode in der Gran Gran Höhle, Südastralien. Nach Abbrechen des freiragenden Teiles des Silexsaums (a) wird der Kalkstein darüber entfernt (b). Zugespitzte, hölzerne Stöcke werden schräg in den Fels getrieben, um die Oberseite der Silexplatte freizulegen (c). Anschließend wird der Silexsaum von rechts her weggeschlagen (d).



Abb. 2. Gran Gran Höhle, Südastralien, Teilansicht des Einschnitts in Abb. 1d. Etliche Spuren der Holzkeile sind oben zu erkennen. Im tiefsten Teil ist der Silexsaum hinter der Größenskala sichtbar, unten die waagrechte Sohle des Einschnitts.

In australischen Höhlen unterscheiden wir fünf grundlegende Bergbaumethoden. Die wohl energieintensivste Methode ist am besten in der Gran Gran Höhle ersichtlich. Ein annähernd waagrechter, etwa 15 cm dicker Silexsaum liegt in der Höhle frei, und wo immer er erreichbar ist, erkennt man Schlagspuren. An einer 4 m breiten Stelle, wo er nur etwa 1 m über dem Höhlenboden liegt, sind schätzungsweise zwei Tonnen von taubem Gestein entfernt worden, um das Silexflöz freizulegen. Hierfür wurden hölzerne, zugespitzte Stöcke von bis zu mehr als 1 m Länge und bis zu 35 mm Dicke unter einem

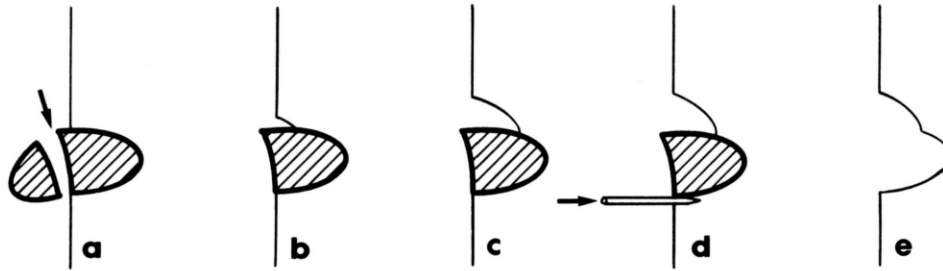


Abb. 3. Die typischen Stufen der Entfernung eines einzelnen Silexknollens aus der Höhlenwand: Abbrechen des freistehenden Teiles (a); Kalkstein wird oberhalb entfernt (b, c); Keil wird darunter in den Fels getrieben (d) und der Knollen entfernt (e).

Winkel von 15° bis 32° über der Horizontalen mit Hilfe schwerer Steinhämmer in den soliden Kalkfels getrieben (Abb. 1). Diese Methode wird deutlich über verbliebene Abdrücke der Werkzeuge dokumentiert; beispielsweise ist die genaue Form von manchen Spitzen der verwendeten Brechstangen oder -keile aus solchen Abdrücken ersichtlich. Sie ruft die ethnographisch beschriebenen Methoden in australischen Ockergruben in Erinnerung.

Sobald das Flöz freilag, brachen die Knappen der Gran Gran Höhle den Silexsaum durch direkte Hiebe von rechts (Abb. 2), deren Richtung ebenso wie die Ansetzrichtung der meisten Brechstangen auf eine vorwiegende Rechtshändigkeit deuten. Angesichts der Größe mancher der Stangen und des schweren Arbeitsaufwandes ist es naheliegend, auf ein Team von mindestens zwei Arbeitern zu schließen, und möglicherweise besorgte eine dritte Person noch die Beleuchtung.

Die Entfernung ganzer Knollen aus den Felswänden war eine andere Methode von Silexbergbau in australischen Höhlen. Zuerst wurde meist der frei herausragende Teil abgeschlagen, und danach hackte man den Kalkstein oberhalb des zu entfernenden Knollens weg (Abb. 3). Sobald ein Teil seiner Oberseite frei war, trieb man einen oder mehrere Holzkeile entlang der Unterseite des Silexknollens in die Wand, bis er sich löste. Genau dieselbe Methode wird von di Lernia et al. (1990/91: 183, siehe besonders deren Abb. 5.2) von italienischen Flintbergwerken des Neolithikums beschrieben, und die Befunde dieser Autoren haben allgemein viele Parallelen in der prähistorischen Silexbergbautechnik von Australien. An manchen der jetzt leeren Fassungen, aus denen solche Knollen entfernt worden sind, blieben genügend Arbeitsspuren zurück, um diese Arbeitsweise zu rekonstruieren (Abb. 4). In anderen Höhlen hat Salzsprengung die Knollen schon derart gelockert, daß sie leichter entfernbar sind.

Eine dritte Gewinnungsmethode beschränkt sich auf die Entfernung jenes Teiles einer Platten- oder Knollenformation, die bereits frei in den Höhlenraum ragt. Solche Silexvorkommen sind oft sehr leicht abzuschlagen (Abb. 5). Die Silexgewinnung in Bara Bahau in Frankreich beschränkt sich auf diese einfache Methode.

In den größeren Höhlenbergwerken Australiens liegen noch Anzeichen zweier weiterer Abbaumethoden vor. Wo umfangreiche Deckenstürze stattfanden, liegen entsprechend große Mengen von Silex in den manchmal mächtigen Bodenschuttablagerungen vor. Diese wurden dann entweder oberflächlich gesammelt oder die oberen Schichten wurden umgegraben und durchgelesen. Beweise für diese Tätigkeit sind weitgehend negativer Natur: in erster Linie durch den verhältnismäßig geringen Silexanteil solcher klastischer Ablagerungen. In der Koonalda Höhle legten die Knappen aber auch regelrechte Gruben in den dort mehrere dutzend Meter tiefen Klasten an. Diese glockenförmigen Duckelbaue ähneln jenen, die oben aus Ägypten beschrieben worden sind, ebenso wie den gut bekannten Duckelbauen aus dem europäischen Neolithikum. Sie sind gerade groß genug, einer kauernden Person Arbeitsraum zu bieten.



Abb. 4. Karlie-ngoinpool Höhle, Südastralien. Teilweise freigelegter und zerschlager Silexknollen. Spleißnarben sind deutlich zu erkennen.



Abb. 5. Karlie-ngoinpool Höhle, Südastralien. Die freistehenden Teile dieser Silexknollen sind durch gut gezielte Hiebe abgespalten worden. Die Kratzer am Kalkstein sind jedoch nicht menschlichen Ursprungs, sie wurden von kletternden Possums verursacht.

Manche dieser Gruben in Koonalda enthielten Grabwerkzeuge und Spuren von Fackeln, eine war künstlich zugeschüttet worden.

In keiner der australischen Silexgruben wurden Knochenwerkzeuge gefunden, und natürlich gab es in Australien keine geweihtragenden Tierarten. Es liegen aber reichliche Beweise von Holz- und Steinwerkzeugen vor, die für diese Mineralgewinnung in Anspruch genommen wurden. In einigen Fundstellen scheint die Verwendung von Gerüsten vorauszusetzen zu sein, ähnlich jener, die ethnographisch von Wilgie Mia beschrieben wurden. Der Einstieg einiger australischer Gruben war überaus schwierig und gefährlich, und vermutlich wurden Stricke, Steigbäume oder Leitern dafür benützt, es sei denn, die eingangsnaher Morphologie hätte sich seit der Bergbautätigkeit beträchtlich geändert.

Endlich gibt es auch Anhaltspunkte dafür, welche Beleuchtung die frühen australischen Knappen bei ihrer beschwerlichen Arbeit benützten. Einerseits liegen aus der Koonalda Höhle möglicherweise Spuren von Fackeln vor (von denen eine radiokarbondatiert wurde), andererseits entdeckte ich kürzlich in einer der Höhlen von Mount Gambier eine Lampe. Auf einer kleinen Bodenerhöhung fand sich eine Abalone-Muschel (über 15 cm groß), mit der konkaven Seite nach oben liegend und gefüllt mit Holzkohleresten und anderem verbranntem Material. Dieser Fund liegt noch so unberührt, wie er angetroffen wurde. Eine ähnliche Muschel, die vielleicht ebenso als Lampe Verwendung fand, wurde soeben von Höhlentauchern in einer anderen Höhle dieser Gegend unter 7 m Wasser beobachtet, zusammen mit Wandritzungen. Dieser Fund ist unweigerlich dem Pleistozän zuzuweisen, da der Zugang in den Gang einen Grundwasserspiegel unter dem jetzigen Stand des nahen Meeres voraussetzt, die Meeresmuschel aber nur durch menschlichen Transport in die Höhle gelangen konnte.

Diskussion

Die besprochenen Anzeichen eines pleistozänen Bergbauwesens sind zwar zahlenmäßig gering, jedoch mögen hier auch gewisse, in weiterem Sinne taphonomische Gegebenheiten mitspielen. Die meisten Silex- und Ockermanen der Eiszeit dienten späteren Zivilisationen vermutlich ebenso, und es besteht daher nicht nur wenig Hoffnung, noch Spuren der ursprünglichen Verwendung zu finden, sondern sie auch noch als solche mit Gewißheit zu identifizieren. Möglicherweise wurden viele der neolithischen Silexbergwerke von Europa und Nordafrika schon in der Altsteinzeit genützt. Es gibt schließlich sogar Beispiele von Jungpaläolithikern, die „Faustkeile“ als willkommenes Rohmaterial aus mittelpaläolithischen Bewohnungsschichten ausgruben (z. B. Gudenushöhle in Niederösterreich). Zudem sind viele Archäologen über dieses Thema nicht ausreichend informiert, ein steinzeitliches Bergwerk mit Sicherheit zu identifizieren. Der Mangel an entsprechender Literatur ist offensichtlich, und die aus ihr zitierten Behauptungen, alle Silexbergbau-Beweise seien jünger als 12.000 Jahre, haben sich nicht als wissenschafts fördernd erwiesen.

Australien bietet gute Möglichkeiten, vorneolithische Bergbauspuren zu finden. Nicht nur liegt in diesem Kontinent kein echtes Neolithikum vor, wir wissen auch, daß hier holozäne Völker Höhlen weitgehend mieden. Es sollte daher nicht überraschen, daß von den heute weltweit bekannten, zwölf präneolithischen Untertag-Silexminen neun in Australien zu finden sind. Um die frühen Bergbaumethoden zu erforschen, ist es unerläßlich, eine größtmögliche Zahl von Beispielen zu bedenken. Die besprochenen Exempel sind sicher nicht zahlreich genug, um definitive Aussagen über dieses Phänomen vorlegen zu können, doch sollten sie zur vorläufigen Determination einiger grundsätzlicher Züge ausreichen.

Untertag-Bergbau in Höhlen setzt einige technologische Fähigkeiten ebenso wie gewisse kognitive Prämissen voraus. Zunächst ist eine gewisse Bereitschaft notwendig, in eine fremde, gefahrbergende

Umwelt einzudringen, die von den meisten Tierarten gemieden wird (Bednarik 1991): es müssen im Verhaltenswesen ausreichende Variationsmöglichkeiten realisierbar sein, kortikale Reaktionsschablonen kognitiven Lernprozessen unterzuordnen. Dies erlaubt uns bereits beträchtlichen Einblick in den Stand bewußter Entscheidungsfähigkeit im Zusammenhang mit diesen Aktivitäten. Man kann oft Vorausplanung und einen gewissen Mindestgrad von Zusammenarbeit voraussetzen. Auch auf etliche technische Fähigkeiten kann geschlossen werden: künstliche und voll portable Beleuchtung, in manchen Fällen Stricke, Gerüste und dergleichen Hilfsmittel. Die meisten der in diesem Bergbau verwendeten Artefakte sind sicher außerhalb der Höhlen zubereitet worden. In jenen Fällen, in denen der Einstieg in das eigentliche Bergwerksgelände schwierig, langwierig und sogar gefährlich war, müssen die Planung und Durchführung dieser Projekte nur noch umständlicher gewesen sein.

Untertag-Bergbauwesen dieser Art reicht in das Mittelpaläolithikum zurück, und es scheint mehr Einblick in die kognitiven, intellektuellen, sozialen und linguistischen Fähigkeiten der Bergleute zu gewähren, als etwa das motorische Sprachzentrum laut hominiden Gehirnabgüssen, mutmaßliche laryngeale Struktur in Neandertalern, oder die Bedeutung „ästhetischer“ Artefaktformen des Acheuléens. Besonders ergiebig sind die folgenden Überlegungen.

In der Besprechung der diagenetischen Voraussetzungen, unter denen sedimentäre Silikate geformt werden, ergab sich, daß die Erscheinungsformen dieser Gesteine meist prognostizierbar sind: als plattenförmige Ansammlungen von Knollen, die der Stratifikation des Muttergesteins angepaßt sind. Ähnlich ist auch die horizontale Ausdehnung verdeckter Alluvialstraten, wie jene der Schichten der genannten ägyptischen Fundstellen, erratbar. Wir können somit in den besprochenen Bergleuten die Fähigkeit vermuten, die räumliche Ausdehnung von noch verborgenen, geologischen Formationen nicht nur zu erraten, sondern überdies mit solcher Zuversicht, daß auf dieser abstrakten Kognition eine rationelle Entscheidung basiert wurde. Die der Stufe c in Abbildung 1 zugrundeliegende Entscheidung führte zu einem beträchtlichen Aufwand schwerster Arbeit, die gänzlich umsonst gewesen wäre, wenn das Flöz nicht tiefer in den Fels gereicht hätte. In der Entscheidung zu diesem Arbeitsaufwand ist es notwendig, ausreichende Zuversicht in die Prognose des Verlaufes der Silexschichten zu haben. Es ergibt sich das Postulat, daß die Bergleute empirisches Wissen über den Verlauf gewisser geologischer Phänomene besaßen. Wir können zwar nicht wissen, wie sie sich dasselbe aneigneten und wie sie solches Wissen weitergaben, aber es scheint höchst unwahrscheinlich, daß es genetisch transmittiert wurde. Ebenso wie die Technologie des Bergbaus selbst, wurde solches Wissen sicherlich kulturell übertragen oder angeeignet (Handwerker 1989; Bednarik 1992b). Dasselbe gilt auch für die genannten ägyptischen Bergleute des Mittelpaläolithikums: auch sie mußten die Entscheidung treffen, ob es sich lohnen würde, einen Schacht in taubes Gestein zu teufen, in der Hoffnung das Flöz darunter vorzufinden.

Somit handelt es sich bei den wichtigsten Erkenntnissen aus der frühesten Bergbautätigkeit weniger um den Bergbau selbst, seine Technologie, Methodik oder wirtschaftliche Rolle, sondern um die davon ableitbaren Erkenntnisse über die kognitive Welt der Mittel- und Jungpaläolithiker. Sie sollten unser Denken über die Kognition, Symbolik und Sprache dieser Menschen beeinflussen (Bednarik 1992c). Immerhin gestehen wir heute den mittelpaläolithischen ersten Kolonisten Australiens beträchtliche andere Fähigkeiten zu, die viele Verfasser noch den Neandertalern vorenthalten würden: Hochseeschifffahrt, vermutlich Paläokunst (die in Australien seit zumindest 45.000 Jahren bestand; Bednarik 1992d) und Sprache; und gewiß die Kapazitäten, die aus der Fähigkeit, offenes Meer zu überqueren, zu schließen sind: bewußte Entscheidungen über abstrakte Ziele und Handlungen zu treffen; die Risiken und möglichen Vorteile einer beabsichtigten Vorgangsweise rationell abzuwägen; Expeditionen in ungewohnte oder unbekannte Sphären zu planen und durchführen; und sich einer verhältnismäßig komplexen Technologie anzuvertrauen. Genau dieselben Kapazitäten deutet der frühe Bergbau an, wenn gewichtet wird, was derzeit davon bekannt ist.

Bibliographie

- BABEL, J., 1986: The problems of the investigations of the flint mine at Krzemionki near Ostrowiec Swietokrzyski, Kielce and Tarnobrzeg Voivodeships. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 27-42.
- BACSKAY, E., 1986: State of affairs at Sümeg. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 11-17.
- BATES, D., 1914: Life of the Mirning. *Western Mail* 15. Mai 1914.
- BEAUMONT, P. B., 1973: The ancient pigment mines of southern Africa. *Southern African Journal of Science* 69, 140-52.
- BEAUMONT, P. and A. BOSHIER, 1972: Mining in southern Africa and the emergence of modern man. *Optima*, März 1972, 1-12.
- BEAUMONT, P., H. De VILLIERS and J. VOGEL, 1978: Modern man in sub-Saharan Africa prior to 49,000 BP: a review and evaluation with particular reference to Border Cave. *South African Journal of Science* 74, 409-19.
- BEDNARIK, R. G., 1979: The potential of rock patination analysis in Australian archaeology — part 1. *The Artefact* 4, 14-38.
- , 1980: The potential of rock patination analysis in Australian archaeology — part 2. *The Artefact* 5, 47-77.
- , 1984: Die Bedeutung der paläolithischen Fingerlinientradition. *Anthropologie (Brno)* 22, 73-79.
- , 1985: Parietal finger markings in Australia. *Bollettino del Centro Camuno di Studi Preistorici* 22, 83-88.
- , 1986a: Cave use by Australian Pleistocene man. *Proceedings, University of Bristol Speleological Society* 17, 227-45.
- , 1986b: Parietal finger markings in Europe and Australia. *Rock Art Research* 3, 30-61, 159-70.
- , 1986c: The parietal art of South Australia. *Journal of the Anthropological Society of South Australia* 24, 3-21.
- , 1987a: No pictographs at the end of Rochester Creek rainbow. *La Pintura* 15(2+3), 14-18.
- , 1987b: Engramme und Phosphene. *Zeitschrift für Ethnologie* 112(2), 223-35.
- , 1989: Perspectives of Koongine Cave and scientific archaeology. *Australian Archaeology* 29, 9-16.
- , 1990a: About Pleistocene chert mining. *Sahara* 3, 113-15.
- , 1990b: An Acheulian haematite pebble with striations. *Rock Art Research* 7, 75.
- , 1990c: The cave petroglyphs of Australia. *Australian Aboriginal Studies* 1990/2, 64-68.
- , 1991: On natural cave markings. *Helictite* 29(2), 27-41.
- , 1992a: Mehr über die rote Farbe in Vorgeschichte. *Almogaren* 23, 179-89.
- , 1992b: On Lower Palaeolithic cognitive development. In S. GOLDSMITH, S. GARVIE, D. SELIN und J. SMITH (Hsgr.), *Ancient images, ancient thought: the archaeology of ideology* 427-35. University of Calgary.
- , 1992c: Palaeoart and archaeological myths. *Cambridge Archaeological Journal* 2(1), 27-57.
- , 1992d: The stuff legends in archaeology are made of. *Cambridge Archaeological Journal* 2(2), 262-65.
- , 1993: Wonders of Wonderwork Cave. *The Artefact* 16, 61.
- BRAMLETTE, M. N., 1946: The Monterey formation of California and the origin of its siliceous rocks. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 212, 1-55.
- BUDZISZEWSKI, J., 1986: Exploration of the mining field 'Za Garnarczami' in Ozarów, Tarnobrzeg Voivodship. Preliminary report. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 69-82.
- BURLEIGH, R., 1975: Radiocarbon dates for flint mines. *Second International Symposium on Flint. Staringia* 3, 88-91.
- CAMPBELL, J., 1835: *Journal of travels in southern Africa*. Religion Tract Society, London.
- CLARK, J. D., 1988: The Middle Stone Age of East Africa and the beginnings of regional identity. *Journal of World Archaeology* 2, 235-305.
- COMSA, E., 1986: Über die 'Balkan'-Feuersteinlagerstätten und ihre Nutzung im Neolithikum Rumäniens. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 2, 211-14.
- CORRENS, C. W., 1926: Beiträge zur Petrographie und Genesis der Lydite (Kieselschiefer). *Mitteilungen der Abteilung für Gesteins-, Erz-, Kohle- und Salz-Untersuchungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt* 1, 18-38.
- CURWEN, E. C., 1954: *The Archaeology of Sussex*, 2nd edn. Methuen, London.
- CYREK, K., 1986: Ort der spätpaläolithischen Gewinnung und Bearbeitung des Feuersteins. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 215-23.
- DI LERNIA, S., G. FIORENTINO und A. GALIBERTI, 1990/91: „Gargano Prehistoric Flint Mines Project”: the state of research in the Neolithic mine of Defensola — Vieste (Italy). *Origini* 15, 175-99.
- DI LERNIA, S. und A. GALIBERTI, 1993: *Archeologia mineraria della selce nella preistoria: definizioni, potenzialità e prospettive della ricerca*. Edizioni all'Insegna del Giglio, Florenz.
- DOBOSI, V., 1986: Raw material investigations on the finds of some Palaeolithic sites in Hungary. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 249-60.
- EVANS, W. C., 1919-20: Eucla, Western Australia. *Proceedings of the South Australian Branch of the Geographical Society of Australia* 21, 94-101.

- FELDER, P. J., 1982: Report on the excavation of prehistoric flint mines at Harrow Hill, Patching, nr Worthing, Sussex, England, from 10.7.82 to 7.8.82 on behalf of the British Museum, London. Deutsches Bergbau Museum, Bochum and Naturhistorisch Museum, Maastricht.
- FLOOD, J., 1983: *Archaeology of the Dreamtime*. Collins, Sydney/London.
- FOLK, R. L. and C. E. WEAVER, 1952: A study of the texture and composition of chert. *American Journal of Science* 250(7), 498-510.
- GABORI-CSANK, V., 1988: Une mine de silex plaéolithique à Budapest. Hongrie. In H. L. DIBBLE and A. MONTET-WHITE (Hsgr.), *Upper Pleistocene prehistory of western Eurasia*, 141-43. Monograph 54, University Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- GALLUS, A., 1968: Parietal art in Koonalda Cave, Nullarbor Plain, South Australia, *Helictite* 6, 43-49.
- GALLUS, A., 1971: Results of the exploration of Koonalda Cave, 1956-1968. In R. V. S. WRIGHT (Hsgr.), *Archaeology of the Gallus site, Koonalda Cave*, 87-133. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.
- GLORY, A., 1955: *Bara-Bahau, Le Bugue-sur-Vézère (Dordogne). Le Bugue*.
- HAUPTMANN, A., 1980: Feuerstein, Hornstein, Flint, Chert, Silex — eine Begriffsbestimmung, *Veröffentlichungen, Deutsches Bergbaumuseum Bochum* 22, 7-11.
- HANDWERKER, W. P., 1989: The origins and evolution of culture. *American Anthropologist* 91, 313-26.
- HILL, A. L., (Hsgr.) 1966: *Mullamullang Cave Expeditions 1966*. Cave Explorations Group (South Australia), Occasional Paper No. 4, Adelaide.
- HOWELL, F. C., 1966: Observations on the earlier phases of the European Lower Paleolithic. *American Anthropologist* 68, 88-201.
- HUBERT, F., 1985: Zum Silexbergbau von Spiennes. In G. WEISGERBER, R. SLOTTA and J. WEINER (Hsgr.), *5 000 Jahre Feuersteinbergbau*, Bochum, 124-40. Deutsches Bergbaumuseum, Bochum.
- HURST, V. J. and A. R. KELLY, 1966: Patination of cultural flints. In J. R. CALDWELL (Hsgr.), *New roads to yesterday*, 517-23. Thames and Hudson, London.
- INSKEEP, R., 1962: The age of the Kondo rock paintings in the light of recent excavations at Kise II rock shelter. *Actes du IV Congrès Panafricain de Préhistoire et de l'étude du Quaternaire*, 249-56.
- JUDD, J. W., 1887: On the unmaking of flints. *Proceedings of the Geologists Association* 10, 217-26.
- JULLIEN, R., 1965: *Les hommes fossiles de la Pierre Taillée*. Boubée, Paris.
- KATALIN (Hsgr.), T. B., 1986: International Conference on Prehistoric Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin, Budapest-Sümeg, 20-22 May 1986, Band 1-2. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest.
- KLEIN, K., 1978: Preliminary analysis of the mammalian fauna from the Redcliff Stone Age cave site, Rhodesia. *Occasional papers, National Museum of Southern Rhodesia* A4(2), 74-80.
- KLEIN, R. G., 1973: *Ice Age hunters of the Ukraine*. University of Chicago Press, Chicago.
- KRAUSKOPF, K. B., 1956: Dissolution and precipitation of silica at low temperatures. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 10, 1-26.
- LANZINGER, M., 1986: Mining and chipping stone activity in the Mount Avena Aurignacian open-air site (east Alps): preliminary report. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 2, 225-28.
- LEAKEY, L. S. B., 1958: Recent discoveries at Olduvai Gorge, Tanganyika. *Nature* 19, 1099-1103.
- LECH, J., 1981: Flint mining among the early farming communities of central Europe. *Przegląd Archeologiczny* 28, 5-55.
- LEROI-GOURHAN, A., 1971: *Préhistoire de l'art occidental*. Mazenod, Paris.
- LICHARDUS, J., 1980: Zur Bedeutung der Feuersteingewinnung in der jüngeren Steinzeit Mitteleuropas — 5 000 Jahre Feuersteinbergbau. Deutsches Bergbaumuseum, Bochum.
- LUMLEY, H. de, 1966: Les fouilles de Terra Amata, Nice. *Premiers résultats*. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistoire de Monaco* 13, 29-51.
- MARSHACK, A., 1981: On Paleolithic ochre and the early uses of color and symbol. *Current Anthropology* 22(2), 188-91.
- MAYNARD, L. and R. EDWARDS, 1971: Wall markings. In R. V. S. WRIGHT (Hsgr.), *Archaeology of the Gallus site, Koonalda Cave*, 61-80. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.
- MIDGLEY, H. G., 1951: Chalcedony and chert. *Geology Magazine* 88, 179-84.
- MILNER, H. B., 1962: *Sedimentary petrography*, 4th edtn. Methuen, London.
- MOORE, E. S. and J. E. MAYNARD, 1929: Solution, transportation and precipitation of iron and silica. *Economic Geology* 24, 272-303.
- MORTIMORE, R. N., 1983: The stratigraphy and sedimentation of the Turonian-Campanian in the Southern Province of England. *Zitteliana* 10, 27-41.
- NOVIKOV, V. and V. RADILOVSKY, 1986: Sources of lithic raw material in the Neolithic of the south Hissar region (Tien-Shan). In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 223-27.

- OAKLEY, K. P., 1939: The nature and origin of flint. *Science Progress* 34, 277-86.
- , 1981: Emergence of higher thought, 3.0-0.2 Ma B.P. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 292, 205-11.
- PLOMLEY, N. J. B. (Hsgr.), 1966: Friendly mission. The Tasmanian journals and papers of George Augustus Robinson 1829-1834. Hobart.
- ROY, C. J., 1945: Silica in natural waters. *American Journal of Science* 243, 393-403.
- SALACINSKI, S., 1986: Forschungsperspektiven der urgeschichtlichen Bergwerke des gebänderten Feuerstein in Krzemionki (Polen). In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 2, 257-68.
- SCHMID, E., 1958: Höhlenforschung und Sedimentanalyse. *Schriften des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Schweiz*, 13, Basel.
- SHEPHERD, W. S., 1972: Flint, its origin, properties and uses. Faber and Faber, London.
- SIEVEKING, G. de G., P. BUSH, J. FERGUSON, P. T. CRADDOCK und M. J. HUGHES, 1972: Prehistoric flint mines and their identification as sources of raw material. *Archaeometry* 14, 151-76.
- SIEVEKING, G. de G., I. H. LONGWORTH, M. J. HUGHES, A. J. CLARKE und A. MILLETT, 1973: A new survey of Grimes Graves. *Proceedings of the Prehistoric Society* 39, 182-218.
- SIEVEKING, G. de G. und M. H. NEWCOMER (Hsgr.), 1986: The human uses of flint and chert. *Proceedings of the Fourth International Flint Symposium*, 2. Cambridge University Press, Cambridge.
- SIMAN, K., 1986: Limnic quartzite mines in northeast-Hungary. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 95-99.
- SINGER, R. und J. WYMER, 1982: The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa. University of Chicago Press, Chicago.
- SLOTTA, R., 1980: Etymologisches zu den Begriffen 'Feuerstein', 'flint' und 'Flinte'. *Deutsches Bergbau-Museum Bochum* 22, 4-6.
- SOLECKI, R., 1975: The Middle Palaeolithic site of Nahr Ibrahim (Asfurieh Cave) in Lebanon. In F. WENDORF und A. MARKS (Hsgr.), *Problems in prehistory: North Africa and the Levant*, 283-95. Southern Methodist University Press, Dallas.
- STELCL, J., 1986: Knollensteine des Drahany-Hochlandes — Rohstoffe der paläolithischen Steinindustrie. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 207-10.
- STOCKMANS, C., H. BOSMANS und P. M. VERMEERSCH, 1979: Trace element analysis of Belgian flint mine products. *Staringia* 6, 95-98.
- TAKACS-BIRO, C., 1986: Sources of raw materials used for the manufacture of chipped stone implements in Hungary. In G. de G. SIEVEKING und M. B. HART (Hsgr.), *The scientific study of flint and chert*, 121-32. Cambridge University Press, Cambridge.
- TALIAFERRO, N. L. 1934: Contraction phenomena in cherts. *Bulletin of the Geological Society of America* 45, 189-232.
- TARR, W. A., 1917: Origin of chert in the Burlington limestone. *American Journal of Science* 44(4), 409-52.
- , 1938: Terminology of the chemical siliceous sediments. *Report of the Committee on Sedimentation 1937-1938*, 8-27. National Research Council.
- THOMAS, B., 1956: *Archäologische Funde in Ungarn. Jenő Kende*, Budapest.
- VAN TUYL, F. M., 1918: The origin of chert. *American Journal of Science* 45(4), 449-56.
- VERMEERSCH, P. M., E. PAULISSEN, G. GIJSELINGS, M. OTTE, A. THOMA und C. CHARLIER, 1984a: Une minière de silex et un squelette du paléolithique supérieur ancien a Nazlet Khater, Haute-Égypte. *L'Anthropologie (Paris)* 88, 231-44.
- VERMEERSCH, P. M., E. PAULISSEN, G. GIJSELINGS, M. OTTE, A. THOMA, P. van PEER und R. LAUWERS, 1984b: 33,000-yr old chert mining site and related Homo in the Egyptian Nile valley. *Nature* 309(5967), 342-44.
- VERMEERSCH, P. M., E. PAULISSEN, G. GIJSELINGS und J. JANSSEN, 1986: Middle Palaeolithic chert exploitation pits near Qena (Upper Egypt). *Paléorient* 12(1), 61-65.
- VERMEERSCH, P. M. und E. PAULISSEN, 1989: The oldest quarries known: Stone Age miners in Egypt. *Episodes* 12(1), 35-36.
- VERMEERSCH, P. M., E. PAULISSEN und P. van PEER, 1989: Palaeolithic chert quarries and mines in Egypt. *Sahara* 2, 95-98.
- VÉRTES, L., 1960: Aus Polen stammendes Silexmaterial im ungarischen Paläolithikum und Mesolithikum. *Acta Archaeologica Carpathica* 1, 167-72.
- , 1964a: Eine prähistorische Silexgrube am Mogyorósdomb bei Sümeg. *Acta Archaeologica Hungarica* 16, 288-315.
- , 1964b: Tata: eine mittelpaläolithische Travertin Siedlung in Ungarn. *Akadémiai Kiadó*, Budapest.
- WALKER, N. J., 1987: The dating of Zimbabwean rock art. *Rock Art Research* 4(2), 137-49.
- WALKER, T. R., 1962: Reversible nature of chert-carbonate replacement in sedimentary rocks. *Bulletin of the Geological Society of America* 73, 237-41.
- WASHBURN, E. W. und L. NAVIAS, 1922: The relation of chalcedony to the other forms of silica. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 8, 1-5.

- WEINER, J., 1986: Flint mining and -working on the Lousberg in Aachen (Northrhine-Westphalia, Federal Republic of Germany). In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 1, 107-22.
- WEISGERBER, G. (Hsgr.), 1980: 5 000 Jahre Feuersteinbergbau. Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.
- , 1986: Comparison of sophisticated mining technics in flint and copper exploitation. In T. B. KATALIN (Hsgr.), a. a. O. 1986, Band 2, 163-65.
- WENDT, W. E., 1974: Art mobilier aus der Apollo 11 Grotte in Südwest-Afrika. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 5, 1-42.
- WHITE, D. E., W. W. BRANNOCK und K. J. MURATA, 1956: Silica in hot-spring waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 10, 27-59.
- WRIGHT, R. V. S. (Hsgr.), 1971: Archaeology of the Gallus site, Koonalda Cave. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.
- WROOST, V., 1936: Vorgänge der Kieselung am Beispiel des Feuersteins der Kreide. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 432, 1-68.
- ZEUNER, F. E., 1960: Discussion on: Goodwin 1960. R. F. HEIZER und S. F. COOK (Hsgr.), The application of quantitative methods in archaeology, 313-24. *Viking Fund Publications in Anthropology* 28, New York.