

Bericht einer Fossilgrabung in Schichten des Mittleren Old-Red auf den Orkney-Inseln

Von JOHANNES MEHL, Freiburg i. Br.

1. Einleitung

Einer der faszinierendsten Schritte in der Entwicklungsgeschichte des Lebens ist zweifelsohne der Übergang von Meeresorganismen zu Landlebewesen und die Besiedelung des Festlandes. Während die ersten Landpflanzen, die Psilophyten, und wahrscheinlich auch schon primitive Arthropoden zu Beginn des Devons das Festland eroberten, kennt man die ersten Landwirbeltiere erst von der Wende Devon-Karbon. Kurz vor diesem entscheidenden Schritt in der Evolution der Wirbeltiere vollzog sich bei den Fischen in der Gruppe der Quastenflosser (Crossopterygier) die Entwicklung zu einem verstärkten Flossenskelett, aus dem die Extremitäten der ersten landbewohnenden Tetrapoden hervorgingen. Schon früh im letzten Jahrhundert setzte die bis heute andauernde Erforschung der entwicklungsgeschichtlich interessanten Quastenflosser ein, untrennbar verbunden mit den Namen so berühmter Paläontologen wie AGASSIZ, JARVIK, OBRUCHEV, STENSJÖ oder TRAQUAIR.

Den meisten dieser wissenschaftlichen Untersuchungen lag — damals wie heute — Fossilmaterial aus weit nördlich gelegenen Fundstätten wie Spitzbergen, Grönland, Kanada oder Sibirien, ganz besonders aber aus den ehemals zahlreichen, klassischen Fishbed-Aufschlüssen Nordschottlands zugrunde. Aufgrund der geographischen Lage dieser Lokalitäten im hohen Norden ist nur wenig Fossilmaterial in deutsche Sammlungen gelangt, was dazu führte, daß sich kaum deutsche Paläontologen an der Erforschung der frühen Fische beteiligten. Die meisten dieser Fossilfundstätten sind heute längst erschöpft, verfallen oder nicht mehr zugänglich, die wenigen übrigen durch Raubbau seitens merkantil eingestellter Hobby-Sammler oder durch Bebauungsmaßnahmen von der Zerstörung unmittelbar bedroht. So erschien es mir recht nützlich, vor dem endgültigen Erlöschen dieser Fundstellen in einer geplant durchgeführten Grabung Belegstücke dieses klassischen Fossilmaterials zu bergen und nach Deutschland zu bringen, wo sie, im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Freiburg deponiert, künftig jedermann zu wissenschaftlichen Untersuchungen zur Verfügung stehen sollen. Denn nach wie vor sind die fossilen Fische aus den nordschottischen Old-Red-Ablagerungen als Vergleichsmaterial bei der Bearbeitung neuer Funde aus aller Welt unentbehrlich. Weiter stellen sie interessante Studienobjekte für anatomische, entwicklungsgeschichtliche oder palökologische Untersuchungen dar. Auch Vertreter der anderen Gruppen früher Fische, die sich in den nordschottischen Lokalitäten

täten neben den Quastenflossern finden, sind von großem wissenschaftlichen Interesse. Dies gilt besonders für die seit dem Perm ausgestorbenen „Stachelhaie“ (Acanthodii), deren stammesgeschichtliche Stellung noch heute umstritten ist, aber auch für die Lungenfische (Dipnoi) oder die primitiven Panzerfische (Placodermi).

2. Planung der Fossilgrabung und Organisation

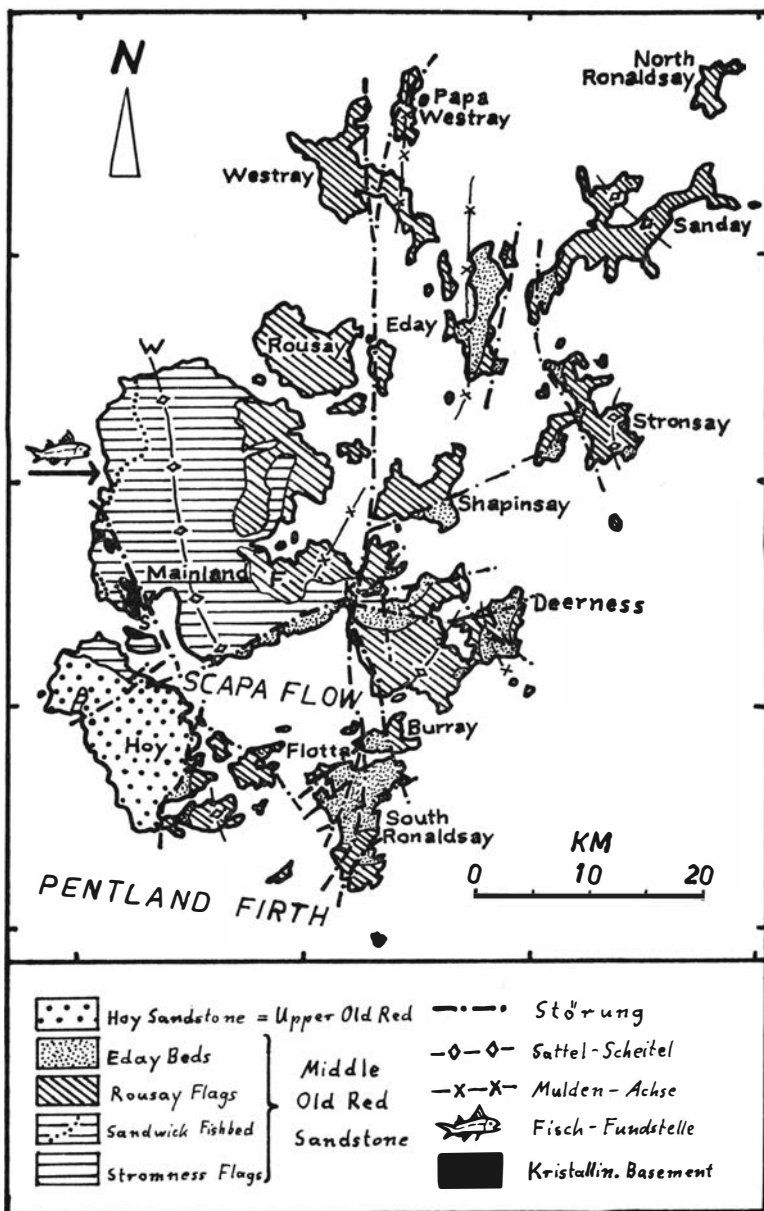
Es war von Anfang an vorgesehen, soviel Fossilmaterial wie möglich zu gewinnen. Dies setzte erheblichen technischen Aufwand und eine genaue Planung der Unternehmung voraus. Zunächst wurden Informationen über mögliche Grabungsstellen eingezogen und schließlich folgende drei Lokalitäten ausgewählt:

- a) ein seit wenigen Jahren aufgelassener Steinbruch bei Quoyloo / Sandwick auf der Orkney — Hauptinsel (im Folgenden Quoyloo-Quarry genannt)
- b) ein Abschnitt der Steilküste unweit des nördlichsten schottischen Hafens Thurso — Scrabster, in dem ebenfalls ein fossilführendes Fishbed zutage tritt und
- c) ein schon stark verfallener, alter Steinbruch der Sutherland Corp. bei Achanarras, etwa 25 km südlich Thurso gelegen.

Aus technischen Gründen erschien es ratsam, mit der Grabung in der am weitesten nördlich gelegenen Lokalität Quoyloo-Quarry zu beginnen. Weitere Gesichtspunkte sprachen dafür, diesen Steinbruch zu unserem Hauptziel zu machen: Nach den vorliegenden Informationen war dort am ehesten eine gute Ausbeute zu erwarten, da der Bruch erst kürzlich aufgelassen, also noch nicht zu stark verfallen war und eine Ausplünderung der Fundstätte durch Hobby-sammler in anbetracht der abseitigen Insellage nicht zu befürchten war. Günstig für die Arbeiten in Quoyloo erwies sich ferner, daß im Ort unweit der Grabungsstelle eine private Jugendherberge billige Unterkunftsmöglichkeit bot. Wie sich später zeigen sollte, lag die Ausbeute in Quoyloo derart über den Erwartungen, daß wir unser Fahrzeug fast schon überladen mußten und aus diesen und anderen Gründen auf den Besuch der beiden übrigen, genannten Lokalitäten verzichteten.

Die zu erwartende, harte Steinbruchsarbeit setzte schweres Gerät voraus. Vorschlaghämmer, Brechstangen, Meißel und Eisenkeile konnten aus Institutsbeständen beschafft werden. Außerdem schien es nützlich, eine transportable Gesteinssäge mitzunehmen, um die Fundstücke an Ort und Stelle möglichst klein zuschneiden zu können. Einen solchen benzinangetriebenen Trennschneider stellte freundlicherweise die Firma Maschinen-Keller, Freiburg, kostenfrei zur Verfügung. Dem Inhaber der Firma, Herrn Dr. R. Keller sei an dieser Stelle für sein Entgegenkommen gedankt. Ohne dieses Gerät wäre es kaum möglich gewesen, vollständige Fossilien zu bergen.

Die schwere Arbeit bei der Grabung konnte nur von mehreren Personen gemeinsam bewältigt werden. Aus diesem Grund nahmen noch zwei Studenten sowie ein Instituts-Laborant teil. Um die Reisekosten billig zu halten



Geologische Karte der Orkney-Inseln (nach FLINN, JONES, KNOX, MAY, MYKURA, STEPHENS, WILSON u. a. zusammengestellt, die Verbreitung des Sandwich Fishbeds nach eigenen Befunden eingezeichnet). Die eingetragenen Buchstaben bedeuten folgende, im Text erwähnte Lokalitäten: F — Finstown; K — Kirkwall; S — Stromness; W — Whitaloo Point.

sowie für den Transport der schweren Geräte und der zu erwartenden Fossil- ausbeute war ein größeres Fahrzeug erforderlich. Zu besonders günstigen Bedingungen stellte einer der Exkursionsteilnehmer seinen Mercedes-Kleinbus zur Verfügung, der sich dann auch bestens bewährt hat. Insgesamt legten wir damit über 5000 km zurück.

Bei einer Dauer der Exkursion von etwa vier Wochen wurden die Reisekosten für Fahrzeug und Teilnehmer einschließlich der teuren Schiffspassagen auf etwa 3000,— DM veranschlagt. Die Familie-Jakob-Bernges-Stiftung der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde, Hanau, übernahm großzügigerweise die Finanzierung der Fossilgrabung und stellte den genannten Betrag umgehend zur Verfügung, wofür dem Vorstand der Stiftung ganz besonders gedankt sei. Derart gut ausgerüstet konnte die Fossilgrabung im August 1977 durchgeführt werden.

3. Der geologische Bau der Orkney-Inseln

3.1. Der kristalline Unterbau

Die Orkney-Inseln liegen im Zuge des Kaledonischen Gebirges, das einen großen Teil Skandinaviens aufbaut. Wie dort bilden auch auf den Orkneys kristalline Gesteine aus dem Präkambrium den Unterbau dieses alten Gebirges, sie sind jedoch nur an wenigen, kleinen Stellen bei Stromness im Südwesten von Mainland aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um gering gefaltete und geschieferte Schollen von Biotit-Gneis und Hornblende-Glimmerschiefern jungproterozoischen Alters (Moinian). In diese metamorphen Gesteine sind später während der kaledonischen Orogenese Granite eingedrungen. Auf dem Kristallin lagert diskordant die mächtige Schichtenfolge des Old-Red auf, die das ganze Orkney-Archipel aufbaut. Die Auflagerungsfläche zeigt, daß vor Ablagerung der Old-Red-Sedimente eine flachhügelige Morphologie mit Höhenunterschieden bis zu einhundert Metern bestanden haben muß, wobei die Höhenzüge aus präkambrischen Gesteinen entsprechend deren Streichen in NNW-Richtung verliefen. Da die Granite und Gneise an der Auflagerungsfläche überall sehr frisch erscheinen und keine Spur von Verwitterung zeigen, muß der Wandel von einem Abtragungsgebiet zu einem Ablagerungsraum zu Beginn der Old-Red-Sedimentation recht rasch erfolgreich sein ohne einen längeren Zeitraum festländischer Verwitterung einzuschließen.

3.2. Die Schichtenfolge des Old-Red

Mit Ausnahme der wenigen, schmalen Ausbisse des kristallinen Unterbaus werden die Orkney-Inseln völlig aus der etwa 4000 Meter mächtigen Serie der Old-Red-Sedimente aufgebaut, Ablagerungen des sich ehemals von den Shetlands über die Orkneys bis tief nach Nordschottland hinein ziehenden orkadischen Troges. Diese Gesteinsabfolge läßt sich wie folgt untergliedern:

Ob. Old-Red	Hoy Sandstone (und Vulkanite)
Mittel Old-Red	Eday Beds Rousay Flags Stromness Flags
Unt. Old-Red	(auf den Orkneys fraglich)

Das Vorkommen von Sedimenten des Unteren Old-Red auf den Orkneys ist fraglich. Möglicherweise sind hierher geringmächtige, feinkörnige Sandsteine mit Brekzieneinschlüssen zu rechnen, die nördlich Stromness bei Yesnaby in kleinen Aufschlüssen am Fuße der Kristallin-Hügel diskordant unter Mittel-Old-Red-Schichten lagern. Die eigentliche Sedimentation beginnt auf den Orkneys erst im Mittel-Old-Red, dessen Schichten allein über 3000 Meter mächtig werden. Überall lagern dem kristallinen Basement grobe, unsortierte Konglomerate und Brekzien aus Gneis- und Granit-Material in Arkose-Matrix auf, die nach oben hin schnell feinkörniger werden und in die Sand- und Siltsteinserie der Stromness Flags übergehen.

3.2.1. Stromness Flags

Über den bis zu 20 Meter mächtigen, das Relief des Grundgebirges ausgleichenden Basalkonglomeraten folgt die Serie der Stromness Flags. Diese bestehen aus grauen, feinkörnigen Siltsteinen und feinkörnigen Sandsteinen mit oft dolomitischer Matrix. Solche plattig brechenden Siltsteine, in Schottland flagstones genannt, werden seit Jahrhunderten in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen und zum Dachdecken und als Straßenpflasterungen verwendet. Selbst die Erbauer der neolithischen Siedlung Skara Brae auf Orkney Mainland haben ihre Gebäude vor langer Zeit aus diesen Platten errichtet. Der an die Matrix des Gesteins gebundene Dolomit-Gehalt konnte in ersten Analysen auf 35 % bzw. 38 % bestimmt werden. Vielfach enthält der Dolomit reichlich Eisen, welches bei der Verwitterung dem dunklen Gestein einen ockergelben Überzug verleiht.

Die Sedimente der Stromness Flags sind typische Flachwasserablagerungen. Immer wieder weisen Rippelmarken, Trockenrisse und fossile Regentropfeneindrücke darauf hin, daß der flache Sedimentationsraum sogar gelegentlich gänzlich trockenfiel. Besonders im unteren Teil der Stromness Flags sind Stromatolithe, fossile, kalkinkrustierte Blaugrün-Algen, häufig. Sie können in Form feiner laminiertes Lagen oder in konzentrisch aufgebauten Knollen riffbildend in Erscheinung treten und gelten ebenfalls als Flachwasser-Anzeiger.

Die insgesamt etwa 550 Meter mächtige Abfolge wird durch das 240 Meter über der Basis eingeschaltete Sandwich Fishbed in die oberen und unteren Stromness Flags unterteilt. Diese etwa einen Meter dicke, ockerfarbene verwitternde Schicht fällt durch ihren großen Reichtum an guterhaltenen Fischfossilien auf. Dem Sandwich Fishbed, das im Westen von Orkney-Mainland mehrfach zutage tritt, entstammen die während der Grabung geborgenen

Fossilien. Die Schicht ist am besten in dem Steinbruch von Quoyloo aufgeschlossen. Die Fischfossilien des Sandwich Fishbed lassen nur ungenaue stratigraphische Aussagen zu. Die unteren Stromness Flags einschließlich des Sandwich Fishbeds werden danach allgemein als Ober-Eifel angesehen, die darüberlagernden oberen Stromness Flags ins untere Givet gestellt. Wahrscheinlich läßt sich diese Mitteldevon-Abfolge auf den Orkneys zukünftig mit Hilfe von fossilen Sporen, die in einzelnen Lagen reichlich auftreten, feinstratigraphisch besser untergliedern. Außer fossilen Fischen und Sporen enthalten die Stromness Flags selten große, aber kaum bestimmbare Pflanzenreste, wohl zu den Psilophytales oder Lycopodiales gehörig.

3.2.2. Rousay Flags

Die über den Stromness Flags folgenden Rousay Flags nehmen etwa ein Drittel der Fläche der Orkney-Inseln ein. Lithologisch sind sie den Stromness Flags sehr ähnlich. Sie bestehen ebenfalls aus Silt- und feinkörnigen Sandsteinen von grauer Farbe, deren Bindemittel weniger dolomitisch als viel mehr calcitisch ist. Im oberen Teil der Rousay Flags herrschen verkieselte Sandsteine mit einzelnen Geröllschnüren vor. Lagenweise, so in dunklen, bituminösen Schiefen, aber auch in dünnen Kalkbänken, treten immer wieder fossilreiche Partien auf, die neben Fischresten Ostrakoden führen. Letztere, besonders die den Estherien ähnliche, häufige Art *Asmussia membranacea* PACHT fehlen in den Stromness-Flags völlig. Diese Erscheinung sowie die etwas andere Zusammensetzung der Fischfauna lassen eine deutliche Abtrennung der Rousay Flags von den ähnlichen Stromness Flags gerechtfertigt erscheinen. Altersmäßig sind die Rousay Flags wahrscheinlich ins obere Givet zu stellen. Die monotone Abfolge wird insgesamt etwa 1500 Meter mächtig.

3.2.3. Eday Beds

Mit den nun folgenden Eday Beds setzen erstmalig in der Schichtenfolge des Orkney-Old-Red rein festländische Sedimente ein, deren intensive Rotfärbung (der die gesamte Schichtenfolge den Namen verdankt) auf kontinentale Ablagerungsverhältnisse bei intensiver Verwitterung hinweist. Wir haben damit das erste Abtragungsmaterial des alten Rot-Kontinents vor uns, der wenige Zeit zuvor durch die Auffaltung des Kaledonischen Gebirges entstanden war. Die Abfolge der Eday Beds ist sehr heterogen; mächtige Sandsteinserien wechseln mehrfach mit dicken Mergelpaketen ab. Die Eday Beds, über 1000 Meter mächtig, lassen sich folgendermaßen untergliedern:

- Upper Eday Sandstone
- Eday Marls
- Middle Eday Sandstone
- Eday Flags (z. T. vulkanische Gesteine enthaltend)
- Lower Eday Sandstone
- Passage Beds

Eingeleitet werden die Eday Beds von einer Wechselfolge dünnplattiger, roter Sandsteine mit graugrünen Mergeln, deren Mächtigkeit stark schwankt. Einzelne kalkreiche Flagstone-Lagen führen gelegentlich schlecht erhaltene Fischreste. Nach oben hin nimmt der Anteil fester Sandsteinbänke zu und leitet über zu dem unteren Eday Sandstone. Diese etwa 200 Meter mächtige Abfolge besteht aus dicken Bänken von rotem bis gelbem Sandstein. Das mittel- bis feinkörnige Sediment führt einige Konglomeratlagen, deren bis zu 10 cm große Gerölle aus Granit, Pegmatit, Gneis, Quarzit sowie aus Cherts und Gangquarz bestehen. Die Sandsteinbänke zeigen meist deutliche Schrägschichtung.

In den darüberfolgenden Eday Flags werden dünnplattige Sand- und Siltsteine sowie an die Stromness Flags erinnernde Flagstones zusammengefaßt. Die Abfolge ist nur lokal entwickelt und schwankt daher sehr in ihrer Mächtigkeit und ihrem Gesteinscharakter. Einzelne Lagen zeigen deutliche Gradierung und könnten als Ablagerungen von „turbidity currents“ aufgefaßt werden. In anderen Schichten sind als Flachwasseranzeiger Rippelmarken häufig und Trockenrisse weisen auf gelegentliches Trockenfallen des Sedimentationsraumes hin.

Innerhalb der sehr heterogenen Eday Flags treten erstmalig im Old-Red Vulkanite auf. Besonders von Deerness, Shapinsay und Copinsay sind geringmächtige Lagen von feinkörnigen, basischen Tuffen und Laven in den basalen Schichten der Eday Flags bekannt. Die Diskussion, ob es sich dabei um Lavenergüsse oder um schichtparallele Intrusionen handelt, ist noch im Gange. Die Gesteine sind vorwiegend Alkali-Olivin-Basalte.

Der über den Eday Flags folgende mittlere Eday Sandstone wird bis zu 400 Meter mächtig. Dickbankige, kreuzgeschichtete, oft grobkörnige Sandsteine von kräftig roter Farbe sind für diesen Abschnitt kennzeichnend. Einzelne Konglomerathorizonte enthalten Granit-, Quarzit- und Milchquarzgerölle.

Wesentlich feinkörniger als diese Sandsteine sind die ebenfalls lebhaft rot gefärbten Sedimente der Eday Marls. Es handelt sich dabei vorwiegend um Mergel und kalkige Siltite. Innerhalb dieser Flachwasserablagerungen bleiben Sandsteine lediglich auf einzelne Rinnen beschränkt. In den Eday Marls sind Rippelmarken, Trockenrisse und Netzleisten häufige Sedimentstrukturen. Lebensspuren geben einzelnen Lagen ein stark bioturbates Gefüge.

Die Eday Beds schließen im Hangenden mit dem oberen Eday Sandstone ab. Es sind dies rötliche und gelbe Sandsteinbänke, die mit roten und grünen Mergeln wechsellagern.

Insgesamt lassen sich die Ablagerungen der Eday Beds als größtenteils fluviatil entstanden deuten. In das flache Becken des „Orkadischen Sees“ lieferten Flüsse vom nahen Abtragungsgebiet das Material an. In Rinnen und Flußläufen kam es zur Sedimentation gröberklastischen Materials (Sandsteine), in weit mäandrierenden Flußschlingen und flachen, seeartigen Becken setzten sich die feinklastischen Mergel und Siltite (Flagstones) ab. Deltaähnliche Sandschüttungen unterbrachen auch in den Stillwasserbereichen immer wieder die Ton-/Silt-Sedimentation.

3.2.4. Oberes Old-Red

Die Gesteine des oberen Old-Red sind auf die Westseite der Orkney-Insel Hoy beschränkt. Dort lagern ungefaltete vulkanische Gesteine und der Hoy-Sandstein diskordant dem leicht gefalteten und von Verwerfungen durchsetzten Mittel-Old-Red auf. Es muß also durch eine orogene Faltungsphase und die damit verbundene Hebung des Gebiets bereits eine Abtragungsperiode zwischen der Sedimentation des Eday Sandstone und dem Erguß der Hoy-Vulkanite stattgefunden haben. Um den Zeitraum dieser Sedimentationslücke nach oben hin begrenzen zu können, ist man, da Fossilien im Hoy-Sandstein völlig fehlen, auf radiometrische Altersbestimmungen an den basalen Vulkan-gesteinen angewiesen. Nach solchen Messungen sind die Gesteine des Oberen Old-Red auf Hoy ins oberste Devon zu stellen.

Die Hoy-Abfolge beginnt mit bis zu 100 Meter mächtigen vulkanischen Gesteinen, zunächst Tuffen, denen ein dicker Olivinbasalt-Strom auflagert. Der säulig erstarrte Basalt bildet an der Nordwestküste von Hoy den unteren Abschnitt der gewaltigen Steilwände. Darüber folgt eine über 1000 Meter mächtige Sandsteinserie. Dieser Hoy-Sandstein ist mittelkörnig und von roter bis gelber Farbe. Immer wieder im Profil treten intraformationelle Konglomerate auf und belegen deutliche Aufarbeitungshorizonte. Der Hoy-Sandstein dürfte von einem vielleicht nur periodisch existierenden, aber breiten, in weiter Ebene mäandrierenden Flußsystem abgelagert worden sein. Die intensiv rote Färbung der Sandsteine weist auf aride Klimaverhältnisse im Oberdevon Nordschottlands hin.

3.3. Intrusiv-Gesteine

Jüngere Sediment-Gesteine als Ober-Old-Red sind auf den Orkneys nicht überliefert. Dagegen finden sich auf den Inseln über 200 Gänge vulkanischer Gesteine, die den Old-Red-Sandstein durchschlagen haben. Diese Vulkanit-Gänge sind besonders auf den Westen und Süden der Inselgruppe beschränkt und bestehen vorwiegend aus lamprophyrischen Gesteinen. Camptonite und Monchiquite herrschen vor. Wahrscheinlich handelt es sich bei allen Gängen um reine Intrusionen; es gibt keinen Anhaltspunkt dafür, daß die Magmen je die Erdoberfläche erreicht haben. Während die Camptonit-Gänge bevorzugt in ENE-WSW-Richtung streichen, verlaufen die Monchiquit-Gänge meist in nordsüdlichen Richtungen. Aus der Streichrichtung der Gänge kann man die Lage des in größerer Erdtiefe liegenden Magmenherdes südwestlich der Orkney-Inselgruppe vermuten. Radiometrische Datierungen nach der K/Ar-Methode (SNELLING 1974) haben ein oberkarbonisches Alter der Intrusionen ergeben. Im heutigen Landschaftsbild treten die Vulkangesteinsgänge kaum in Erscheinung.

3.4. Tektonik

Die Schichten des Mittel-Old-Red sind nur leicht gefaltet. Die flachen Mulden streichen hauptsächlich in nordsüdlicher Richtung. Stärker als die Faltung haben zahlreiche Störungen mit teilweise erheblichem Versatz das

Gebiet beeinflusst. Die ältesten davon waren schon während der Sedimentation des Mittel-Old-Red aktiv, die Hauptzahl aber zwischen Mittel- und Ober-Old-Red und später. Die oberkarbonischen Intrusionen haben vielfach die tektonisch vorgezeichneten Aufstiegswege genommen. Gelegentlich sind an Störungen auch mineralhaltige Wässer aufgestiegen und haben zur Bildung von Erzgängen geführt. Neben Schwerspat oder Flußspat als Gangart enthalten diese Gänge Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit und Kupferkies.

Die Störungen haben meist den Charakter von Auf- oder Abschiebungen; Blattverschiebungen treten zurück. Kleine, flache Aufschiebungen sind an den Steilküsten aller Inseln immer wieder zu sehen. Im Zuge größerer Aufschiebungen kam es gelegentlich zu zwar engräumig begrenzter, aber sehr intensiver Verformung der Schichten. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel findet sich an der Steilküste bei Whitloo Point in Nordwest-Mainland.

3.5. Pleistozäne Vereisung

Über das geologische Geschehen während des langen Zeitraums vom Perm über das ganze Mesozoikum bis zum Ende des Tertiärs lassen sich keine Aussagen machen, da geologische Zeugnisse fehlen. Erst mit Beginn der pleistozänen Vereisung Nordeuropas kam es zu gewaltigen Umgestaltungen, die das heutige Landschaftsbild der Orkney-Inseln weitgehend bestimmen. Zu Ende des Tertiärs herrschte infolge der nur leicht gekippten Old Red-Sandsteinschollen eine Schichtstufenlandschaft vor. Die Stufen wurden von den Gletschern der Eiszeit abgeschliffen oder durch Anlagerung von Moränenmaterial ausgeglichen, sodaß ein flachhügeliges Relief entstand. Die Eismassen strömten, wie Gletscherschrammen beweisen, hauptsächlich von Südosten kommend in Nordwest-Richtung über die Inseln hinweg. Neben Gesteinen Nordschottlands finden sich in den Moränenablagerungen auch Geschiebe aus Skandinavien. Insbesondere lassen Nephelin-Syenite aus Südnorwegen und verschiedene vulkanische Gesteine aus dem Oslofjord-Gebiet ihre Herkunft deutlich erkennen. Die Mächtigkeit der glazigenen Bedeckung der Orkney-Inseln ist allgemein nur gering. Große erratische Blöcke sind selten. Nach dem Zusammenschmelzen der großen Inlandeismassen bestanden lokale, kleine Gletscher auf der Insel Hoy noch längere Zeit fort und führten zur Ausgestaltung typischer Trogtäler. Seit dem Ende der Eiszeit heben sich die Orkney-Inseln langsam heraus. Alte Strandterrassen in 64, 36 und 18 Meter Höhe über dem heutigen Meeresspiegel weisen darauf hin.

4. Die Fossilgrabung

Die Grabung nach fossilen Fischen wurde in dem auf dem Hill of Crueday im Dorf Quoyloo gelegenen Steinbruch durchgeführt. Die Grube stand bis vor kurzem noch in Abbau, wobei das Gestein im Brecher zu Straßenbaumaterial verarbeitet wurde. Die Gewinnung vollständiger Fossilien war daher zuvor nicht möglich gewesen. Die Genehmigung des Steinbruchbesitzers, Mr. Firth aus Kirkwall, zum Betreten der Anlage und zum Abbau der tonnenschweren Blöcke lag vor.



Abb. 1: Grabungsstelle nach fossilen Fischen im Steinbruch von Quoyloo. Auf halber Höhe der Steinbruchwand ist die widerstandsfähige Bank des Sandwich-Fishbeds zu erkennen. Der Pfeil markiert die Grabungsstelle; davor sichtbar die Schutthalde des abgetragenen Gesteins. Im Vordergrund Exkursionsteilnehmer mit Fahrzeug.

Die Steilwand im Westen des Steinbruchs erschließt ein etwa 15 Meter hohes Profil der Stromness Flags. In halber Höhe der Wand verläuft das etwa einen Meter mächtige Sandwich Fishbed, das sich durch seine ockergelbe Verwitterungsfarbe von den graugrünen Flagstones abhebt (s. Abb. 1). In frischem Zustand hingegen ist das Gestein der Fundschicht fast schwarz. Die Schichten streichen nord-süd und fallen mit etwa 5 Grad nach Westen ein. Da die beiden Steinbruchsohlen jeweils aus harten Schichtflächen gebildet werden, sind sie ebenfalls flach geneigt. Das Gestein ist durch weitständige, über Hunderte von Metern verfolgbare, teilweise klaffende Klüfte in riesige Blöcke zerlegt. Die im Steinbruch aufgeschlossenen Schichtflächen sind bedeckt von zahllosen Rippelfeldern oder fossilen Trockenrissen.

Um an die Fundschicht heranzukommen, mußten zunächst die darüberliegenden Flagstones abgetragen werden. Das Südende der Steinbruchwand schien dafür am geeignetsten, da hier die Bedeckung über dem Fishbed etwas geringmächtiger war. Das Gestein wurde mit eingetriebenen Eisenkeilen in Blöcke zersprengt, die mit Hilfe von Brechstangen bewegt und den Abhang hinuntergeworfen wurden. Auf diese Weise wurden viele Tonnen Material abgetragen, um das Fishbed über eine größere Fläche hin freizulegen. Kamen dabei



Abb. 2: Fossilgrabung im Steinbruch von Quoyloo: Aus einer freigelegten Schichtfläche im Sandwich Fishbed werden mit dem Trennschneider fossile Fische ausgesägt.

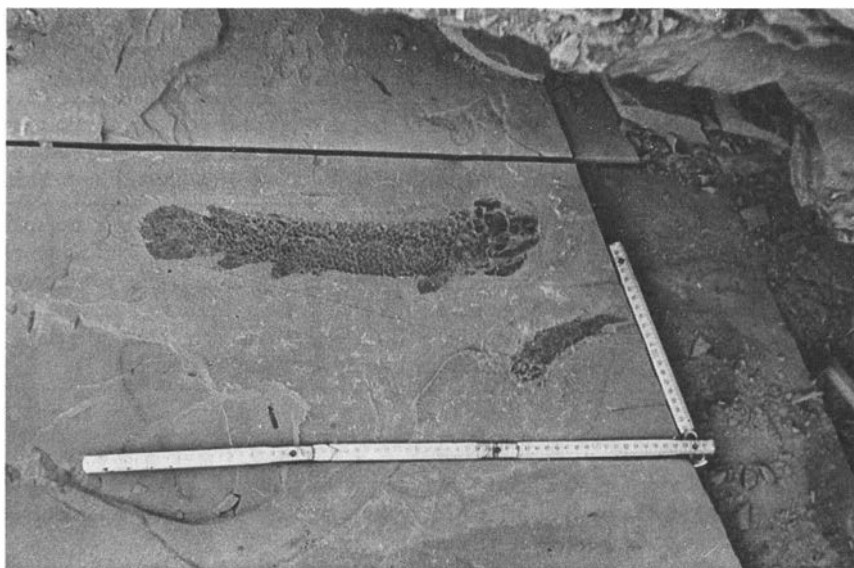


Abb. 3: Fossilgrabung im Steinbruch von Quoyloo: Freigelegte Fundschicht 2 mit zwei, teilweise bereits ringsherum angesägten Quastenflossern. Die Platte mit den beiden hervorragend erhaltenen Fischen gehört zu den Prunkstücken, die während der Grabung geborgen werden konnten. Der größere, über 40 cm lange Quastenflosser ist lateral eingebettet und zeigt daher gut die typischen Flossen. Er ist ein *Gyroptychius agassizi* (TRAIL), der kleinere ein *Osteolepis macrolepidotus* AGASSIZ.

auf den Schichtflächen Fossilien zum Vorschein, so wurden sie ringsherum mit dem Trennschneider etwa fünf Zentimeter tief eingesägt (s. Abb. 2 u. 3) und mit Hammer und Meißel vorsichtig als dünne Platten abgespalten. Ohne die transportable Motorsäge wäre es kaum gelungen, vollständige Fische aus dem zähen Gestein zu bergen. Das gesamte freigelegte Fishbed wurde in dünne Platten aufgespalten und abgetragen, die dabei gefundenen Fossilien jeweils ausgesägt. Auf diese Weise wurden etwa 10 Kubikmeter der Fundschicht abgebaut und sorgfältig zerlegt. Die Menge des bewältigten Abraums aus dem darüberliegenden tauben Gestein dürfte noch wesentlich größer gewesen sein.

Schon bei der Grabung zeigte sich, daß die fossilen Fische nicht regellos im Gestein verteilt sind. Vielmehr enthalten die einzelnen Schichten des Fishbeds Fossilien unterschiedlicher Art und Größe. Die genaue geologische Aufnahme der Funde ergab folgendes Profil:

Hangendes: Obere Stromness Flags

Fundschicht 4	20 cm	plattiger, heller, dolomitreicher Siltstein mit zahlreichen großen Panzerfischen (Arthrodira) in vollständiger Erhaltung; auf einem Quadratmeter Schichtfläche bis zu fünf Exemplare.
Fundschicht 3	40 cm	schwarzer, dichter Siltit; läßt sich kaum spalten, bricht splittrig; nur wenige Fossilien, alle zur Gruppe der Acanthodii gehörig; kleine Exemplare oft gut erhalten, größere meist stark aufgelöst.
Fundschicht 2	20 cm	harter, dünnplattiger, grauschwarzer, bituminöser Flagstone mit vielen, sehr gut erhaltenen, verschiedenartigen Quastenflossern; ergiebige Fundschicht!
Fundschicht 1	10 cm	leicht verwitternde, weiche, dünnblättrig aufspaltende, kohlige Tonsteine; auf den Schichtflächen oft dichtgepackte, aber in der Regel sehr schlecht erhaltene, z. T. in krümelige, kohlige Substanz umgewandelte Fische, alle zu den Dipnoi gehörig; vollständige Exemplare kaum zu bergen.

Liegendes: Untere Stromness Flags

Aus allen vier Fundschichten wurde Fossilmaterial geborgen. Da die fossilen Fische auf den Schichtflächen nicht eingeregelt zu sein schienen, erübrigte sich eine genaue Lagevermessung der Funde.

Die gewonnenen Fossilien wurden gleich im Steinbruch einer ersten Präparation mit feinem Werkzeug unterzogen, von überflüssigem Nebengestein weitgehend befreit und, genau nach Fundhorizont bezeichnet, sogleich sicher verpackt. Bei einigen Stücken war zuvor eine sofortige Fixierung sich ablösender Einzelteile (z. B. Schuppen) mittels Lack oder Klebstoff notwendig. Zwei etwa 100 x 60 cm große Platten (Positiv und Negativ) von mehreren Zentnern Gewicht aus Fundhorizont zwei wurden unzerkleinert mitgenom-

men, da sie eine so große Fülle von fossilen Fischen nebeneinander enthalten, daß sie als Studienobjekte für z. B. biostratonomische oder palökologische Fragestellungen wertvoll sind. Eine dieser Platten zeigt, inzwischen fertig präpariert, um einen 30 cm langen Quastenflosser der Gattung *Gyroptychius* herum fünf hervorragend erhaltene und etwa zehn zerfallene Exemplare der Gattung *Osteolepis* sowie einen fraglichen Koprolithen. Trotz Kleinbus war die Ausbeute doch an eine Gewichtsbeschränkung gebunden. Daher wurden vorwiegend nur vollständige Stücke ausgewählt. Bruchstücke, die einzelne anatomische Merkmale in besonders guter Erhaltung zeigten, galten ebenfalls als mitnehmenswert. Ergänzt wurde das Material durch Aufsammlungen von Handstücken mit typischen Sedimentstrukturen. Insgesamt wurde das Exkursionsfahrzeug schließlich mit 2,5 Tonnen Gestein bzw. Fossilien (einschl. Werkzeug) beladen.



Abb. 4: Lokalität: The Ness südlich Stromness, Orkney-Mainland. Diskordante Auflagerung von basalen Konglomeraten des mittleren Old-Red auf jungproterozoischem Gneis. Die unregelmäßige Auflagerungsfläche ist durch eine dunkle Linie verdeutlicht. Die großen Gerölle sind nur schlecht kantengerundet. Geologenhammer als Maßstab.

5. Geologische Exkursionen

Zum Studium der Geologie der Orkney-Inseln wurden mehrere Exkursionen unternommen, von denen einige im folgenden kurz beschrieben werden. Hauptziele waren die Felsküsten der Inseln, da sie hervorragende geologische Aufschlüsse bieten.

5.1. Südwestküste von Orkney-Mainland bei Stromness

Südlich Stromness ist an der Küste etwa bei "The Ness" das kristalline Basement aufgeschlossen. Es besteht hier aus leicht geschieferten Gneisen und Granit. Aus dem gleichen Material bestehen auch die wenig kantengerundeten Gerölle des auflagernden Mittel-Old-Red-Konglomerates (s. Abb. 4). Es füllt die Unebenheiten im Relief der Kristallin-Oberfläche aus und erreicht, nach oben hin schnell feinkörniger werdend, bis zu 20 Meter Mächtigkeit. Während die Gerölle an der Basis mehr als kopfgroß sind, erreichen die kantigen Granitbröckchen zehn Meter höher im Profil nur mehr Walnußgröße (s. Abb. 5). In diesem Bereich müßte man das Gestein wegen fehlender Zurundung eher als Brekzie bezeichnen. Die Matrix besteht aus kaum verwitterten Feldspäten und Granitgrus. Unter weiterer Korngrößenabnahme geht das Basalkonglomerat schließlich lückenlos in die Sandsteine der unteren Stromness Flags über, die sich nach Westen hin in der Steilküste anschließen.



Abb. 5: Brekzie etwa 10 Meter über der Basis der Mittel-Old-Red-Abfolge an der Küste südwestlich Stromness, Orkney-Mainland. In einer feldspatreichen Grundmasse aus Granitgrus schwimmen kantige Stücke von präkambrischen Gneisen und Granit. Hammer als Maßstab.



Abb. 6: Mit Rippelmarken bedeckte Schichtfläche in den unteren Stromness Flags, aufgeschlossen an der Felsküste südwestlich Stromness, Orkney-Mainland. Geologenhammer als Maßstab.

Die unteren Stromness Flags, die zwischen "The Ness" und "Warebeth" aufgeschlossen sind, zeigen vielfältige Sedimentstrukturen. Besonders bei Ebbe kann man auf den nach Westen einfallenden Schichtflächen immer wieder ausgedehnte Rippelfelder sehen (s. Abb. 6). Neben kreuzgeschichteten Strömungsrippeln treten hin und wieder auch Zungenrippeln und kleine Oszillationsrippeln auf. Auch fossile Trockenrisse und Netzleisten in allen Größen sind häufig. Interessante Studienobjekte stellen schichtweise auftretende, wohl subaquatisch entstandene Injektionsgänge im Zentimeterbereich dar. Diapirartig hat feinsandiges Material tonige Lagen von unten nach oben durchbrochen. Die Bearbeitung und Beschreibung dieser Gebilde soll an anderer Stelle erfolgen. Probenmaterial wurde ausreichend mitgenommen.

Die unteren Stromness Flags enthalten an der Küste südwestlich Stromness lagenweise reichlich Einschaltungen von Stromatolithen. Die von Algen abgetrennten Kalkkrusten überziehen als flachlagernde Lamellen die Schichtflächen oder schließen sich (häufiger) zu rundlichen, bis halbmetergroßen Gebilden blumenkohlkopf-ähnlichen Aussehens zusammen. Wo die Brandung solche Felsen glatt geschliffen hat, ist der konzentrische Aufbau der fossilen Blaualgenkolonien gut erkenntlich. Erstaunlicherweise sind die Stromatolithen in den Stromness Flags erst vor etwa zwanzig Jahren erkannt und richtig gedeutet worden.

Anzeichen von Bruchtektonik sind an der Steilküste häufig zu erkennen. Neben kleinen, flachen Aufschiebungen im Meterbereich findet man immer wieder bis zu einem halben Meter breite, mehr oder weniger senkrecht verlaufende Störungszonen oder offenstehende Klüfte, an denen es zu Schollenbewegungen gekommen ist. Infolge der intensiven tektonischen Beanspruchung sind die harten Flagstones im Bereich der Bewegungsbahnen oft brekziiert oder bis zu unkenntlichem Gereißel mylonitisiert. Bei Warebeth, 2 km südwestlich Stromness, ist eine solche, 30 cm breite Störungszone mineralisiert. Das brekziierte Nebengestein schwimmt in grobkristallinem, weißen Baryt und untergeordnet Strontianit. Als Erzminerale treten Bleiglanz, Pyrit und Kupferkies auf. Auf dem nordsüdstreichenden Mineralgang wurde um 1775 Bergbau betrieben.

5.2. Finstown Quarry

Ziel einer weiteren Exkursion war der einzige, noch in Abbau befindliche Steinbruch der Orkney-Inseln bei Finstown. Hier werden Siltsteinbänke der Rousay Flags abgebaut. Das harte, dolomithaltige Gestein wird mühselig zerkleinert und zu Straßenbaumaterial verarbeitet. Sedimentologisch interessant sind gewaltige, subaquatische Rutschungen, die zur synsedimentären Verfaltung einzelner Schichtpakete geführt haben. Der Steinbruch hat nach Aussagen seines Besitzers bisher noch keine Fossilien geliefert.

5.3. Insel Deerness

An der Steilküste südlich der Newark Bay auf Deerness sind die Eday Beds gut aufgeschlossen. Die Abfolge fällt nach Nordosten ein, sodaß man, von der Bucht nach Süden wandernd, in immer ältere Schichtglieder kommt. Zunächst sieht man den auf Orkney nur selten gut aufgeschlossenen mittleren Eday Sandstone; dickbankige, grobkörnige Sandsteine von kräftig roter Farbe. Vereinzelt treten dünne Konglomeratlagen oder Geröllschnüre darin auf. Die senkrechten Wände aus Sandstein zeigen intensive, wabenartige Verwitterungsformen, wohl ein Zerstörungsprodukt der feuchten Winde, die vom Meer her freien Zugang zu den Felsen finden. (Von ähnlichen, netzartigen Verwitterungsstrukturen sind auch die frühgotischen Plastiken am Portal der St. Magnus-Kathedrale in der Hauptstadt Kirkwall stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Die Kirche ist größtenteils aus Eday-Sandstein erbaut worden). An der Basis des Eday Sandstone sind geringmächtige Tufflagen aufgeschlossen.

Weiter südlich werden die Wände der Steilküste aus den Eday Flags aufgebaut. In den dünnplattigen Silt- und Tonsteinen sind Trockenrisse und Netzleisten häufig zu beobachten. Die Siltsteinbänke sind rot, die Tonmergellagen graugrün gefärbt. Auf einer der Steilküste vorgelagerten, flachen Felsklippe konnten gewaltige Stromatolithe entdeckt werden. Die hier viele Kubikmeter groß werdenden Algenriffe sind auf eine Schicht beschränkt. Infolge starker Umkristallisation des Gesteins — die Stromatolithe bestehen aus Dolomit — sind leider keine internen Strukturen mehr erhalten. Die kuge-

ligen Gebilde mit kraus-unregelmäßiger Oberfläche sind aber noch leicht als fossile Algenriffe zu erkennen. Wie von vielen Beispielen aus aller Welt bekannt, ist die Dolomitisierung des Gesteins auch hier nur auf die Riffkörper beschränkt. Bisher waren Stromatolithe aus den Eday Beds völlig unbekannt. In der jüngsten Literatur (MYKURA 1976) wird ausdrücklich bemerkt, daß die Eday Flags von solchen Algenbildungen frei seien. Die Beschreibung der neu aufgefundenen Stromatolithe soll an anderer Stelle erfolgen.

5.4. Nordwestküste von Orkney-Mainland

Die bizarre Felsküste im Nordwesten der Hauptinsel zeigt bei Whitaloo Point besonders starke Spuren tektonischer Beanspruchung. Im Zuge einer nordsüd-streichenden Aufschiebung ist es hier zu einer intensiven Beeinflussung des Nebengesteins gekommen. Im Bereich der Störung selbst sind die Stromness Flags so zerrüttet, daß sie von der Brandung gänzlich erodiert werden konnten, während beidseitig davon das ungestörte Gestein in Form steiler Felswände dem Meer erfolgreich hat standhalten können. Dadurch ist im Verlauf der Verwerfung ein etwa 100 Meter langer, 20 Meter breiter und 50 Meter tiefer Kanal entstanden, der von einem schmalen Meeresarm erfüllt wird.



Abb. 7: Im Zuge einer Aufschiebung angelegte, nach Westen vergente Knickfalte in dünnplattigen Siltsteinen der oberen Stromness Flags bei Whitaloo Point an der Nordwestküste von Orkney-Mainland. Blickrichtung Norden.

Neben anderen, bizarren Erosionsformen trifft man an diesem Küstenabschnitt immer wieder auf Höhlen und Felstore, die ihre Entstehung der tektonischen Zerrüttung des Gesteins verdanken.

An der Front der nach Westen gerichteten Aufschiebung sind die dünnplattigen Stromness Flags zu einer lehrbuchhaft schönen Knickfalte z-förmig verformt worden (s. Abb. 7). Kleinere Aufschiebungsflächen und die Westvergenz der Falte zeigen deutlich die Richtung des erfolgten Schubes an. Dünnere und dickere Flagstone-Lagen reagierten unter dem starken Druck unterschiedlich; wirre Kleinfältelungen innerhalb der großen Faltenstruktur waren die Folge.

Die durch die Faltung vor uns aufgeblätterten Stromness Flags bergen auf ihren Schichtflächen ein reiches Inventar verschiedener Sedimentstrukturen: Große Strömungsrippelfelder und engständige Oszillationsrippeln wechseln von Schicht zu Schicht. Sogar die feinen, rundlichen Eindrücke, die aufprallende Regentropfen vor 350 Millionen Jahren im feinkörnigen Schlamm hinterlassen haben, sind erhalten geblieben und zeigen an, daß der ohnehin nur von flachem Gewässer bedeckte Orkadische Trog gelegentlich gänzlich trocken gefallen sein muß.

Weitere Rundfahrten galten dem Kennenlernen der archäologischen und sonstigen Sehenswürdigkeiten und Schönheiten der Orkney-Inseln.

6. Geologische Studien während der Rückreise

Die Rückreise von den Orkney-Inseln wurde zu geologischen Studienzwecken dreimal für einige Tage unterbrochen. Ein Mitarbeiter des Mineralogischen Instituts der Universität Freiburg, der sich mit der petrologischen Erforschung von Syenit-Gesteinen beschäftigt, hatte mich gebeten, ihm, falls möglich, verschiedene Gesteinsproben aus dem Gebiet von Ledmore im nord-schottischen Hochland mitzubringen. Da kein allzu großer Umweg erforderlich war, wurde in der reizvollen Landschaft bei Ledmore ein kurzer Aufenthalt eingelegt. Dieses Gebiet ist petrographisch hochinteressant wegen seiner zahlreichen, unterschiedlichen Syenit-Gesteine, die in paläozoische Sedimente intrudiert sind. Zwei Typen, der Ledmorit und der Borrolanit (Name nach dem Loch Borrolan, einem See) sind von hier erstmalig untersucht und beschrieben worden. Es kann oft von großem Nutzen sein, bei der Bearbeitung ähnlicher Gesteine, wie sie zum Beispiel in Deutschland im Kaiserstuhl vorkommen, auf Originalmaterial der Typlokalitäten zu Vergleichszwecken zurückgreifen zu können. Aus diesem Grunde wurden mehrere frische Handstücke dieser Gesteine geschlagen und nach Freiburg mitgebracht.

Eine zweite Fahrtunterbrechung galt dem höchsten walisischen Bergmassiv, dem Mount Snowdon, und war mehr von geomorphologischem Interesse. Der etwa 1200 Meter hohe Berg war während der letzten Eiszeit lokal vergletschert. Seitdem immer mehr gewiß wird, daß auch unser Schwarzwald im Pleistozän wesentlich stärker vereist war, als gemeinhin angenommen, schien es angebracht, das walisische Mittelgebirge zum Vergleich kennenzulernen. Infolge fehlender Bewaldung treten im Snowdon-Gebiet glazigene Landschaftsformen deutlicher hervor. Typische Trogtäler sowie verschiedene Vergletscherungsniveaus lassen sich leicht erkennen. Außerdem wurde während der Exkur-

sion die altpaläozoische Schichtenfolge in Nordwales angesehen und eine Grubenbefahrung in einem Schieferbergwerk bei Ffestiniog durchgeführt.

In Südwales war die Schichtenfolge des Ordoviziums und Silurs von geologischem Interesse. Für die Stratigraphie dieser Formationen sind die walisischen Verhältnisse richtungsweisend für die ganze Welt geworden. In einem aufgelassenen Steinbruch bei Llandrindod Wells wurde eine umfangreiche ordovizische Trilobitenfauna horizontal aufgesammelt, deren erste Bestimmung folgende Arten ergeben hat:

Trinuclaus fimbriatus MURCH.
Cnemidopyge bisecta (ELLES)
Platycalymene duplicata (MURCH.)
Ogygiocarella angustissima (SALTER)

Die genannten Trilobiten sowie im selben Gestein gefundene Graptoliten der Art *Dicellograptus sextans* HALL weisen die Fundschicht altersmäßig als Caradoc (*Nemagraptus gracilis* — Zone) aus. Das umfangreiche, aufgesammelte Material von *Trinuclaus fimbriatus* ist für variationsstatistische Untersuchungen besonders im Hinblick auf die morphologische Entwicklung des typischen Siebshaumes geeignet.

7. Erfolg der Fossilgrabung und erste Ergebnisse

Zusammenfassend kann die Orkney-Fahrt als überaus erfolgreich bewertet werden. Das Hauptziel, möglichst viel Fossil-Material aus den Old-Red-Schichten zu bergen, wurde voll erreicht. Sowohl die Qualität als auch die Quantität der Ausbeute übertreffen die vorher gehegten Erwartungen. Die wissenschaftliche Bearbeitung der fossilen Fische wird noch lange Zeit in Anspruch nehmen. Vorher müssen erst alle Stücke feinpräpariert und dauerhaft konserviert sein. Erste Untersuchungen an dem mitgebrachten Material haben bereits Vertreter folgender Klassen bzw. Unterklassen erkennen lassen (Systematik nach OBRUCHEV, 1964):

Klasse Placodermi (Panzerfische)

U.-Kl. Arthrodira (vertreten durch Gattung *Cocosteus*)

U.-Kl. Antiarchi (vertreten durch Gattung *Pterichthyodes*)

Klasse Acanthodei („Stachelhaie“)

(vertreten durch die Gattungen *Mesacanthus*, *Diplacanthus*, *Cheiracanthus* u. a.)

Klasse Osteichthyes (Knochenfische im weiteren Sinne)

U.-Kl. Sarcopterygii (Fleischflosser)

Ob.Ord. Crossopterygii (Quastenflosser)

(vertreten durch die Gattungen *Gyropterychius* und *Osteolepis*)

Ob.Ord. Dipnoi (Lungenfische)

(vertreten durch die Gattung *Dipterus* u. a.)

U.-Kl. Actinopterygii (Strahlflosser)

(die ältesten Vertreter dieser Gruppe, der der größte Teil der heutzutage angehörenden Fische angehört, konnten im Orkney-Old-Red bisher noch nicht nachgewiesen werden, sind aber möglich).

Soweit einzelne fossile Fische aus dem Orkney-Material bereits eine eindeutige Zuordnung zu bestimmten Gattungen erlaubten, sind deren Namen der obigen Aufstellung in Klammern beigegeben.

Neben der systematischen Erforschung der Old-Red-Fischfauna soll das gewonnene Fossilmaterial auch palökologischen Untersuchungen als Grundlage dienen. Erste Schlüsse aus Geländebefunden lassen hier interessante Ergebnisse erwarten. Abschließend bleibt noch festzustellen, daß der materielle Wert des mitgebrachten Fossilmaterials die Unkosten der Unternehmung weit übersteigt.

NACHTRAG

Es erscheint mir dringend geboten, eventuell durch den vorstehenden Bericht geweckte Erwartungen, auf den Orkney-Inseln ließen sich relativ leicht wertvolle Fisch-Fossilien gewinnen, sogleich zu zerstreuen. Nachdem wir anlässlich unserer Grabung 1977 viele Tonnen Material abgebaut haben, ist das Fishbed nirgends mehr leicht erreichbar. Die Freilegung der Fundschicht setzt daher gewaltige Gesteinsbewegungen voraus (ein Hügel müßte ganz abgetragen werden) und wäre nur durch Sprengungen und unter Einsatz schwerster Maschinen zu bewältigen und übersteigt somit die Möglichkeiten selbst eines sehr gut ausgerüsteten Privatsammlers bei weitem. Da der Steinbruch stillgelegt ist, stehen in der Umgebung auch keine Bagger mehr zur Verfügung.

Zudem werden in ganz Schottland seit etwa einem Jahr Grabungsgenehmigungen von den zuständigen Stellen nur noch in seltenen Fällen und nur an wissenschaftliche Institutionen erteilt, um eine drohende Ausplünderung der klassischen Fundstätten durch Hobby-Sammler und Händler zu unterbinden. Die getroffenen Schutzmaßnahmen, von denen im vergangenen Jahr auch mehrfach in der deutschen Tagespresse zu lesen war, sind so streng, daß selbst britischen Sammlern starke Beschränkungen auferlegt werden. Abschließend sei darauf hingewiesen, daß der Orkney-Field-Club, ein patriotischer Naturkunde- und Umweltschutz-Verein die Fischfundstellen auf den Orkney-Inseln streng bewacht, um die Ausfuhr wertvoller Fossilien zu unterbinden.

Anschrift des Verfassers: Dipl. Geol. JOHANNES MEHL, Weiherhofstr. 14, 7800 Freiburg