

Schottland-Exkursion 1986

vom 19.08.1986 bis 07.09.1986

des Mineralogischen Instituts der Universität Erlangen

mit Beiträgen von R.F. Hermannsdörfer, P. Kuch, E. Meißner, H. Motzet, K. Preißinger,
Th. Pürner, S. Röhm, W. Rost, H. Schellhorn, F. Schmidt, P. Schmitt
und einem Anhang von E. Kühn

Redaktionell aufbereitet von W. Köhler (Verwalter der Exkursionskasse)



Neulich in Schottland

© T.P.

Tabellarischer Exkursionsablauf

Zusammengestellt von

Hans Schellhorn

Datum: Dienstag, 19.08.1986 1. Exkursionstag

Wetter: bedeckt, Regen. Kühl

Abfahrt Erlangen: 07.10 Uhr km: 50502Hildesheim: 11.45 – 13.15 (Mittagspause) km: 50939Wietze: 14.30 – 18.00 km: 51020

Besuch im Labor der TEXACO

Führung durch: **Dr. Dworacek** (Abt. Geowissenschaften)**Dr. Volz** (Abt. Produktion)

Abendessen auf „Einladung“ von Herrn Dr. Zimmerle (TEXACO) im Hause von Frau Lammer. Bratwürste, Steaks und Bier. – Rechnung wurde nach Erlangen geschickt!

Ankunft Celle: 18.30 in der Jugendherberge (Teilnehmer) km: 51098

Hotel „Hannover“ (Professoren), reichliches Frühstück!

Tageskilometer: 596

Datum: Mittwoch, 20.08.1986 2. Exkursionstag

Wetter: wolkig, windig, kühl

Abfahrt Celle: 08.55 Uhr km: 51098

09.00 -09.15 Abdichten der Windschutzscheibe des Uni-Busses ER-160

Hamburg Elbtunnel: 10.40 km: 51220

Flensburg: 12.30-13.50 (Mittagspause)

Grenze Dänemark: 14.55 km: 51403Ankunft Esbjerg: 16.45 km: 51560

17.30 an Bord der „Jupiter“

18.00 Auslaufen der Fähre

Überfahrt bei unruhiger See (Windstärke 5), 2 Seekranke, Übernachtung z.T. in Schlafsesseln unter Deck, z.T. in Schlafsäcken an Deck.

Tageskilometer: 462

Datum: Donnerstag, 21.08.1986

3. Exkursionstag

Wetter: kalt, bedeckt

Prof. Bausch hat Geburtstag!

Anlegen Newcastle: 13.50 Uhr

Abfahrt Newcastle: 14.20 nach Erledigung der Pass- und Zollformalitäten km: 51560

Ankunft Moffat: 15.40 nach Umstellung auf Linksverkehr! km: 51740

Übernachtung im „Buchan House“ (Professoren und Studenten)

Abendessen: Grapefruit, Suppe, Gulasch mit Gemüse und Kartoffeln, Eis, Käse und Tee (4,50 Pfund)

Tageskilometer: 180

Datum: Freitag, 22.08.1986

4. Exkursionstag

Wetter: Regen, später windig, kalt

Abfahrt Moffat: 09.00 Uhr km: 51740

Ankunft Newton-Stuart/Minnigaff: 18.00 km: 51970

Youth Hostel (3. Kategorie, keine Duschen, nur kaltes Wasser, sehr einfache Ausstattung, legerer Warden, bis 22.45 geöffnet)

Tageskilometer: 230

Datum: Samstag, 23.08.1986

5. Exkursionstag

Wetter: heiter-wolkig, aber windig, kalt

Abfahrt Minnigaff: 09.00 Uhr km: 51970

Newton-Stewart: Besuch einer Wollfabrik mit Einkaufsmöglichkeit

Ankunft Minigaff: 18.40 km: 52073

Tageskilometer: 103

Datum: Sonntag, 24.08.1986

6. Exkursionstag

Wetter: Regen, später windig, kalt

Abfahrt Minnigaff: 09.15 Uhr km: 52073

Ankunft Ayr: 18.30 km: 52285

Youth Hostel (1. Kategorie, gute Ausstattung, warmes Wasser, Duschen, bis 23.30 geöffnet)

Tageskilometer: 212

Datum: Montag, 25.08.1986

7. Exkursionstag

Wetter: bewölkt mit Aufheiterungen, später am Meer windig, bedeckt, Schauer

Abfahrt Ayr: 09.15 Uhr km: 52285

Pause Girvan: 10.00 – 10.30 Einkauf und Geldtausch

Ankunft Ayr: 19.10 km: 52416

Tageskilometer: 131

Datum: Dienstag, 26.08.1986

8. Exkursionstag

Wetter: kalt, windig, später Schauer

Abfahrt Ayr: 09.10 Uhr, nach Exkursionsfoto mit Dr. Weir km: 52416

Ankunft Falkland: 19.00 km: 52670

Youth Hostel (3. Kategorie, kaltes Wasser, keine Duschen, Warden: ältere Frau, leger)

Tageskilometer: 254

Datum: Mittwoch, 27.08.1986

9. Exkursionstag

Wetter: bedeckt, windig

Abfahrt Falkland: 08.15 Uhr km: 52670

St.Andrews: 08.50 – 09.00 km: 52705

Ankunft Falkland: 19.25 km: 52772

Tageskilometer: 112

Datum: Donnerstag, 28.08.1986

10. Exkursionstag

Wetter: heiter, morgens kalt

Abfahrt Falkland: 09.35 Uhr km: 52772

Edinburgh: 10.35 – 16.00 km: 52793

Stadtbummel für die Studenten; Prof. Bausch, Prof. Schwab und Dr. McGregor besorgen mit und für S. Röhm im deutschen Konsulat einen prov. Paß

St.Andrews: 17.30 – 19.15

Besuch des Departments of Geology der Universität mit Stehimbiß (Dosenbier und Kartoffelchips, Sherry, Martini)

Ankunft Falkland: 19.45 km: 52964

Tageskilometer: 192

Datum: Freitag, 29.08.1986

11. Exkursionstag

Wetter: bedeckt, wolkig, windig

Abfahrt Falkland: 08.45 Uhr km: 52964

Ankunft Perth: 18.45 km: 53252

Youth Hostel (2. Kategorie, sanitäre Anlagen nicht gut, 1 Dusche (warm 10 p),
Warden achtet sehr genau auf die Hausordnung, bis 22.45 geöffnet)

Tageskilometer: 288

Datum: Samstag, 30.08.1986

12. Exkursionstag

Wetter: heiter - wolkig

Abfahrt Perth: 09.15 Uhr km: 53252

Ankunft Glencoe: 19.15 km: 53470

Youth Hostel (2. Kategorie, große Schlafsäle, 1 Dusche (warm 10 p),
Wardens (Ehepaar Henderson) sind freundlich, achten aber genau auf die
Hausordnung)

Tageskilometer: 218

Datum: Sonntag, 31.08.1986

13. Exkursionstag

Wetter: kalt, windig, Regen

Abfahrt Glencoe: 09.15 Uhr km: 53470

Ankunft Glencoe: 16.45 km: 53588

Tageskilometer: 118

Datum: Montag, 01.09.1986

14. Exkursionstag

Wetter: bedeckt mit Schauern

Abfahrt Glencoe: 09.00 Uhr km: 53588

Ankunft Ullapool: 18.15 km: 53830

Youth Hostel (2. Kategorie, große Schlafsäle, Duschen, Warden leger)

Tageskilometer: 242

Datum: Dienstag, 02.09.1986

15. Exkursionstag

Wetter: bewölkt, windig
mittags heiter, warm aber mit midges (winzige Stechmücken)

Abfahrt Ullapool: 09.45 Uhr nach Besprechung km: 53830

Ankunft Ullapool: 18.15 km: 53969

Tageskilometer: 138

Datum: Mittwoch, 03.09.1986

16. Exkursionstag

Wetter: früh: bewölkt, windig, kalt
mittags wolkig mit Aufheiterungen, warm

Abfahrt Ullapool: 09.15 Uhr km: 53969

Ankunft Ullapool: 18.30 km: 54087

Tageskilometer: 118

Datum: Donnerstag, 04.09.1986

17. Exkursionstag

Wetter: bedeckt, windig

Abfahrt Ullapool: 09.35 Uhr km: 54087

Ankunft Carbisdale Castle: 18.45 km: 54307

Youth Hostel in großem Schloß, mit Statuen, Gemälden, riesiger Küche und leichtem Gruseln wenn man nachts auf riesigen Gängen allein unterwegs ist.

Tageskilometer: 220

Datum: Freitag, 05.09.1986

18. Exkursionstag

Wetter: heiter- wolkig

Abfahrt Carbisdale Castle: 09.15 Uhr km: 54307

Muir of Ord: Besuch der Whisky-Brennerei Dewar

Ankunft Edinburgh: 18.00 km: 54666

Tageskilometer: 359

Datum: Samstag, 06.09.1986

19. Exkursionstag

Wetter:	heiter- wolkig	
	08.30 – 09.15	
	Eva Kühn wird mit starken Schmerzen zum Royal Infirmary Hospital gebracht. Die ambulante Behandlung ist kostenlos. Der Arzt diagnostiziert eine Magenverstimmung.	
Abfahrt Edinburgh:	09.30 Uhr	km: 54666
Traprain law:	10.35 – 10.50	
	Der Aufschluss nahe Haddington zeigt einen morphologisch ausgeprägten karbonischen „Phonolith“. Er wurde als Steinbruch genutzt, aber der Abbau wurde eingestellt, da eine prähistorische Siedlung am Hang bedroht ist. Das Gestein wird von HATCH, WELLS & WELLS als „Sodalith-führender phonolithischer Analcim-Trachyt“ bezeichnet, wobei der Analcim als primär angenommen wird.	
Ankunft Newcastle:	14.45	km: 54900
	Ablegen der Fähre „Jupiter“ um 16.00 (Ortszeit).	
	Letzte Fahrt auf der Linie für die Saison. Umbau zum Kreuzfahrtschiff während der Fahrt, so dass wir 4-Bett-Kabinen ohne Aufpreis erhalten.	
	Weiteres Schicksal der „Jupiter“: Eine Woche später im Mittelmeer gesunken!	

Datum: Sonntag, 07.09.1986

20. Exkursionstag

Wetter:	bewölkt mit Regenschauern	
Anlegen in Esbjerg:	13.55 Uhr	
Abfahrt Esbjerg:	14.20	km: 54900
Ankunft Erlangen:	01.00	km: 55797
	Tageskilometer:	897

Protokoll vom 19.08. 86

Protokollantin: **Elke Meißner**

Besuch bei Texaco in Wietze

Organisation der deutschen Texaco:

Das sogenannte Labor der Texaco gliedert sich in zwei große Direktionen:

- a) Die Direktion Aufschluss
- b) Die Direktion Gewinnung

Beide Einrichtungen haben ihren Sitz in Hamburg. Das Labor in Wietze ist in gleicher Weise strukturiert, wobei unter die Aufsicht der Direktion Aufschluss noch folgende Gruppen fallen:

- Unterweisung des Labors
- chemischer Felddienst
- Aufschluss und Suche

Allgemeines über die Erdölgewinnung :

Die derzeit weltweit bekannten Erdölreserven können, soweit es herkömmliche Fördermaßnahmen betrifft, nur zu etwa 3% ausgebeutet werden. Es müssen darum neue Gewinnungsverfahren gefunden werden.

Die zurzeit angewandten Methoden sind im Wesentlichen thermische Verfahren, Mischbarkeitsfluten, Chemikalienfluten und Polymerfluten. Bei den thermischen Verfahren, wird die Liquidität der Förderprodukte durch Dampfinjektion erhöht. Werden Gase zugeführt, welche mit den leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen förderfähige Mischungen bilden, so spricht man von Mischbarkeitsfluten. Beim Chemikalienfluten werden dem Flutwasser oberflächenaktive Substanzen beigegeben. Dieses Verfahren ist jedoch in Gebieten stark salzhaltiger Wässer mit großen Problemen behaftet und daher für Texaco—Deutschland nicht relevant.

Das Polymerfluten ist das technisch ausgereifteste Verfahren. Es werden dem Wasser sehr kleine Mengen hochpolymerer Substanzen zugesetzt, welche die Viskosität des Flutwassers erhöhen. Als Polymersubstanzen sind neben Polyakrylamiden besonders hydrolysierte Polyakrylamide für den Süßwasserbereich geeignet. In anderen Fällen können sogenannte Biopolymere, das sind Zuckerstoffe hergestellt durch Bakterien (sog. Xenoglukane), oder Sklerotiumglukane (von Algen hergestellt) als weitere polymere Substanzen eingesetzt werden. Der Entölungsgrad liegt bei diesem Verfahren um 20-30% höher als bei Methoden mit herkömmlichem Flutwasser.

Probleme der Förderung :

Bei allen bisher genannten Verfahren wird zu 90% Wasser gefördert und nur ca. 8-10% Öl. Die täglichen Fördermengen sind also relativ klein und teuer. Durch den erheblichen Wassertransport entstehen zwei wesentliche Probleme:

Eine der Hauptschwierigkeiten ist die Korrosion an Rohrleitungen durch stark saline Wässer. Um zu verhindern, dass die Rohre angegriffen werden, müssen diese mit Harz ausgekleidet, oder dem Wasser Korrosionsinhibitoren zugesetzt werden. Sehr unangenehm ist außerdem die sogenannte "Scale-Bildung". Die Förderwässer enthalten z.B. Ca, Ba, Sr Ionen, die sich als Carbonate bzw. Sulfate schalenartig an den Rohrwandungen ablagern - es entstehen "Scales". Am meisten gefürchtet sind BaSO_4 -Scales, welche vornehmlich bei Lagerstätten im Deltabereich auftreten. Gewöhnliches Süßwasser kann durchaus Gehalte von 1-2mg/l Ba als Sulfat führen. Im Salzwasser kann jedoch eine Konzentration von 0,1 mg/l SO_4^{2-} nicht überschritten werden. Bei Kontakt von Salzwasser und Süßwasser fällt daher BaSO_4 in großen Mengen an. Strontium tritt dagegen selten alleine als Scale auf. Oft aber zusammen mit Ba als gemischtes Carbonat oder Sulfat. In vielen Fällen ist sogar Uran im zehntel Prozentbereich enthalten, und zusammen mit Sr und Ba als Sulfat vermengt. Solche Scales sind dann häufig Sondermüll und teuer zu entsorgen. Verhindert werden können diese Art Ablagerungen nur durch Zugabe von Komplex- bzw. Chelatbildnern.

Untersuchungen am gefördertem Öl :

Zur Beschreibung der Qualität des gefördertem Öles, muss eine Reihe von Untersuchungen folgen, in welchen der Brennwert, das Verhalten der Kohlenwasserstoffe, sowie das Öl/Gas Verhältnis bestimmt werden. Diese Arbeiten verteilen sich einschließlich der Vollanalysen auf mehrere Arbeitsbereiche der Geowissenschaften der Texaco, über die im Folgenden noch berichtet wird. Abgetrennt von dieser Gruppe ist das "Kern"-physikalische Labor, in welchem Untersuchungen zur Gesteinsphysik durchgeführt werden. Flutversuche, Bestimmungen der Porosität und Permeabilität verschiedener Medien, sowie der Gesteinsschichten sind nur einige wenige der gestellten Aufgaben.

Arbeitsbereich Geowissenschaften :

Es stehen hier zur Exploration zwei Arbeitsbereiche zur Verfügung:

- 1) die Paläontologie
- 2) Sedimentologie / Mineralogie
- 3) die organische Chemie, die es in Wietze aber nicht gibt.

Alle drei Gruppen müssen sich mit der Niederbringung des Bohrloches, mit dem Erfassen der Lagerstätte und ihrer Qualität, sowie deren Erschließung und der möglichen Senkung der Erschließungskosten befassen.

Sedimentologie :

Die Sedimentologen bemühen sich um die Rekonstruktion des Ablagerungsraums, um die Beschreibung der Liefergebiete von Sedimenten und um die Bestimmungen von Porenräumen in Gesteinskörpern sowie deren Permeabilität. Um die genaue Ausbildung eines Sedimentkörpers zu erfassen, müssen außerdem diagenetische Prozesse rekonstruiert werden. Eine der schwierigsten Aufgaben der Sedimentologen ist das Erarbeiten von Faziesmodellen. Die Überführung der erkannten Strukturen in Modelle ist häufig schwierig und erst durch viele Bohrungen möglich, da ihr Aussehen sehr stark von der Lage des Bohrloches abhängt. Ähnliche Fazies bieten häufig in schrägem Anschnitt das gleiche oder ein sehr verwandtes Bild (Großrippelfeld, Kleinrippelfeld, Schrägschichtung, subtidale Rinnenfüllung) die Gefahr der Verwechslung ist groß. Nach diesen Beurteilungen werden dann Bereiche unterschiedlichen "Risikos" eingeteilt, welche die Wahrscheinlichkeit der Lagerstättenanwesenheit widerspiegeln.

Eine der wichtigsten Arbeitsmethoden deren sich die Sedimentologie bedient ist die Petrographie von Dünnschliffen. röntgenographische Methoden, Rasterelektronenmikroskopie oder AAS, folgen dann stets nur im Bezug auf den Befund aus der mikroskopischen Untersuchung. Die Kathodenlumineszenz-Mikroskopie ist eine weitere Arbeitsweise von großer Bedeutung.

Paläontologie:

Sehr bedeutsam für die Beurteilung der Qualität der zu erwartenden Lagerstätte, ist der paläontologische Befund. Mittels der Paläontologie können Altersbestimmungen durchgeführt, sowie Ablagerungsmilieus, Liefergebiete von Sedimenten erkannt und beschrieben werden. Das Korrelieren abgestufter Bohrungen fällt ebenfalls in den Arbeitsbereich, der Paläontologen. Durch die Bestimmung des "Reifegrades" von organischen Substanzen kann eine Aussage über die vorhandenen Kohlenwasserstoffe getroffen werden. Zur Qualitätsbeurteilung des Muttergesteins und damit der Lagerstätte ist das von großer Bedeutung.

Es erfolgt eine Einteilung in drei kerogene Typen:

Typ I : Ablagerung von Algenschichten im Wasser, sehr gut zur Erdölbildung

Typ II : Absinken größerer Blätter im Wasser

Typ III : Grobe Holzstücke, es entsteht wenig Öl, eher Gasentwicklung

Zur Untersuchung stehen der Paläontologie dabei hauptsächlich sogenannte Spülproben zur Verfügung, die nach der Zerkleinerung mit H_2O_2 ausgesiebt bzw., gewaschen und getrocknet werden. Diese Proben werden danach unter dem Mikroskop ausgelesen und bestimmt.

Nach diesen Ausführungen begannen wir im Kernlager unseren Rundgang durch die Firma. Hier wird das ganze Probenmaterial der Bohrungen aufbewahrt. Komplette Kernzüge die, da sie sehr teuer sind, nur in ganz speziellen Fällen gezogen werden, Schuskerne, sowie ausgebohrte Stücke aus gewöhnlichen Kernen bilden die Grundlagen zur Kernerfassung dem sogenannten "core logging". Zur Kernerfassung gehört die Beschreibung der Sedimentstrukturen, der Fauna (Bioturbation, Makrofauna, Mikrofossilien etc.), die Ansprache des Gesteins sowie das Erkennen von Anzeichen diagenetischer Vorgänge (Zementierung). Als Beispiel sahen wir ein marines Gestein, an welchem turbiditartige Folgen beobachtet werden konnten. Durch unterschiedliche Bohrabfolge vom distalen bis zum proximalen Bereich ist eine Einteilung der Turbidite möglich. Convolute-bedding, tonige Zwischenlagen mit scharfen Ober- und Untergrenzen sowie Bouma-Zyklen waren deutlich zu erkennen.

Anschließend wurden wir in das Labor der Produktionsabteilung geführt. Dort waren mehrere Versuche aufgebaut, an welchen die Entölung von Kunstkernen in Salzwasser, nach Zugabe oberflächenaktiver Substanzen zu beobachten war. Darüber hinaus wird hier die thermische Stabilität von Polymeren in Bezug auf ihre Verwendbarkeit in der Lagerstätte getestet.

In der Paläontologie erhielten wir eine kurze Einführung in die Beurteilung fossiler Lebensräume, sowie einen kurzen Abriss über die Datierung der Proben und das Abschätzen des Inkohlungsgrades.

Die Mineralogie im Labor Wietze beschäftigt sich hauptsächlich mit der Identifikation von optisch nicht mehr bestimmbar Mineralien und deren unterschiedlichem Verhalten bei diversen Flutverfahren. Sie bedient sich dabei der Rasterelektronenmikroskopie, der Geochemie, Isotopengeochemie oder der röntgenographischen Analyse mittels des Pulverdiffraktometers zum Bestimmen von Metamorphosegraden über die Kristallinität von Tonmineralen. Die Tonmineralanalyse hat einen sehr hohen Stellenwert, da möglicherweise ein Zusammenhang zwischen Tonmineralen und dem Grad der Inkohlung besteht. Untersuchungen zu diesem Thema sind im Labor Wietze gerade im Gange. Der Besuch in der mineralogischen Abteilung der Texaco bildete gegen 18:00 Uhr den Abschluss unserer Exkursion in Wietze.

Anschließend fuhren wir zu einer von Herrn Dr. Zimmerle organisierten - leider sehr feuchten, aber schönen - Grillfeier. In der Jugendherberge selber trafen wir dann erst am späten Abend ein.

Protokoll von 22.08.86

Protokollant: Frank Schmidt

Führung: Dr. J.A. WEIR

- 09:30 Abfahrt in Moffat
- 09:10 - 09:17 Einkaufspause in Moffat
- 09:40 1. Lokalität: Dob's Linn

Der Name der Lokalität begründet sich auf den religiösen Führer Halbert Dobson, der vor etwa 200 Jahren in dieser Gegend wirkte. Um sich einer Verfolgung zu entziehen, versteckte er sich auf einer hochgelegenen Stufe des Wasserfalles (gälisch: Linn), die weder von unten noch von oben eingesehen werden konnte. Bei Dob's Linn befindet sich der "locus typicus" für die Zonierung des Ordoviziums und des Silurs mit Hilfe der Graptolithen.

Kurzer Exkurs: Die Klasse der Graptolithen gehört zum Stamm der Hemichordata; die primitivsten G. lebten sessil, sie waren baumartig verzweigt. Mit dem Übergang zur planktonischen Lebensweise ergab sich die Möglichkeit einer sehr weiten Verbreitung. Ursprünglich bewohnten sie höhere Wasserschichten, wobei sie insbesondere in euxinischen "Schwarzschiefermeeren" nach dem Tode eine sehr gute körperliche Erhaltung erfuhren (c.f. Lehmann & Hillmer, S. 302-313). Die Einteilung in 36 Graptolithenzonen beginnt im Tremadoc (Unter-Ordoviz) und reicht bis zum Pridoli (Ober-Silur).

Die hier auftretenden Gesteine sind schwarze Mudstones, der Moffat Shale Group zugehörig. Diese werden von Flysch überlagert, dessen Alter auf Llandovery datiert wird. Die Grenze Mudstone/Flysch ist stratigraphischer Natur. Die 2 Haupttypen der auftretenden Sedimente sind die o.g. schwarzen Mudstones, sowie Schwarzschiefer; beide in reduzierendem Milieu abgelagert. Sie enthalten einen großen Teil an kolloidalem Eisensulfid, der die Schwarzfärbung der Sedimente begründet. Parallel zur Schichtung tritt eine dünne, durch Pyrit hervorgerufene Bänderungen auf. Fehlt dieser Pyrit, so zeigen die Mudstones eine fahlgrüne, graue Färbung.

Der Stratotypus für die Grenze Ordoviz/Silur wird offiziell an dieser Lokalität festgelegt. Der erste Stop in dem Profil erfolgte an dem sog. Main Cliff. Die untersten 10 m zeigen eine orangebraune Färbung, bedingt durch Eisenhydroxid. Die nächsten 10 m zeigen den Übergang zu den grauen Mudstones, darin enthalten sind 7 dünne Bänder mit Graptolithen des Ober-Ordoviz. Die nachfolgenden 15 m enthalten die Grenze Ordoviz/Silur; den Abschluß des Profils bilden harte Gesteine des überlagernden Flyschs.

Struktur der Lokalität: Die Profilwand des Main Cliff zeigt eine normale Schichtabfolge sowie eine normale, d.h. nicht inverse Lagerung mit NW' Einfallen. Auf der Seite des East Cliffs (cf. Fig 1.2. im Exkursionsführer) befinden sich komplexe Falten- und Störungsstrukturen. Das Schichteinfallen beträgt etwa 30° nach SE. Dazwischen existierte eine Antiklinale, die durch eine steile Überschiebung dem SE' Einfallen angepasst wurde. Der Druck erfolgte aus NW' Richtung und presste die NW' Seite gegen die SE' Seite. Die SE' Seite zerbrach unter dem auflagernden Gewicht - Stichwort Melange - und erleichterte dem NW' Komplex das Überfahren auf eine Distanz von etwa 10 km. In diesen Schichten des Flysch herrscht ebenfalls ein generelles NW' Einfallen vor. Der liegende Flysch des SE ist geringfügig jünger als der hangende überschobene Flysch. Beide gehören altersmäßig dem Ober-Llandovery an. Paläogeographisch gesehen befand sich im SE der Japetus und im NW das Grampian Orogen.

Das Liegende der Lokalität entspricht dem Lewisian und somit keiner ozeanischen Kruste. Die Schlussfolgerung ergibt, dass hier allochthones Material auf anderem allochthonen Gestein liegt. Das Liegende wird auf Cadomian datiert, eruiert durch geophysikalische Messungen.

11:40 Weiterfahrt

11:45 Kurzer Stop mit Fotographiemöglichkeit

Zu sehen gab es eine Gedenktafel zu Ehren von Charles LAPWORTH, der bereits im 19. Jahrhundert die regionale Geologie Schottlands erforschte.

12:00 2. Lokalität: Cramalt Road Cutting, Megget Valley

Der Geländeabriss verläuft entlang der Straße an der SE Seite eines Stausees, der zur Wasserversorgung Edinburghs dient.

Auf der NW Seite des Stausees befindet sich ein Aufschluss mit einer geschätzten Weite von 50 m und einer Höhe von 200 m. Bei näherer Betrachtung würde man die gleichen geologischen und tektonischen Verhältnisse wie bei Dob's Linn erkennen. Die Stressrichtung verläuft ebenfalls NW-SE.

Zurück zu dem Geländeanriss bei der Straße: es handelt sich um Flysch des Ober-Llandoverly.

Es können 2 Typen unterschieden werden:

1. unterer, dünngeschichteter feinkörniger Mudstone oder Siltstone, ein Tiefwassersediment verkörpernd
2. dicke, massive, grobkörnige Turbidite; sog. Fluxoturbidite, die in etwa einem Mass Flow entsprechen

Die meisten der Turbiditströme zeigen keine innere Struktur, die Basis lässt sich als intraformationelles Konglomerat beschreiben, Dies bedeutet, dass die Klastika nicht von außerhalb stammen, sondern dass das eigene Unterlager aus der gleichen Sedimentserie aufgearbeitet wurde. Der Mudstone (vgl. Pkt. 1) entspricht aufgrund seiner Feinkörnigkeit dem distalen Teil des Turbidits. Es lassen sich Lebensspuren und verschiedene Sedimentmarken erkennen. Die Fluxoturbidite (vgl. Pkt. 2) enthalten Grauwacken, Phyllosilikate, z.T. eine geringe Pyritmineralisation.

12:50 Weiterfahrt

13:00 - 13:52 Mittagspause

14:30 3. Lokalität: Road cutting 3 km SE of Tushielaw

Der Straßenanriss zeigt eine verfaltete und verschuppte Abfolge aus Grauwacken des Llandoverly. 2 Einheiten, bestehend aus Grauwackenbänken von mehr als 1 m Mächtigkeit, werden durch eine dünnbankige (ca. 10 cm) Wechselfolge aus Grauwacken und Mudstones voneinander getrennt. Die unterste Einheit ist ca. 10-15 m mächtig und in 3 Faltenpaare mit einer Amplitude von 35-40 m gefaltet. Die dünngebankte, stark deformierte Einheit steht mit einer Mächtigkeit von etwa 5 m an. Nach angeregter Diskussion kamen einige Studiker zu dem Schluss, es könne sich hierbei u.U. um eine Faltenaufschiebung handeln. Die Schüttung dieser Turbiditabfolge erfolgte aus ENE.

Die Struktur als Ganzes scheint ein typisches Beispiel für die gesamte regionale Struktur der Southern Upland zu sein.

15:01 Abschluss; anschließend Weiterfahrt zur JH Minnigaff

Protokoll vom 23.08.1986

Protokollant: Thomas Pürner

Führung: **Dr. J.A. WEIR**

Die Nacht vom 22.08. auf den 23.08.86 wurde in der Jugendherberge von Minnigaff (Kategorie 3) verbracht.

Allgemeine Bemerkungen zum Flysch der Southern Uplands:

In den Southern Uplands ist ein Flyschprofil von 5 - 8 km Mächtigkeit entwickelt. Dieser Flysch wurde jedoch nicht in einem einheitlichen Profil, sondern abschnittsweise und nebeneinander, abgelagert, wie nachfolgende Aufstellung verdeutlichen soll.

- 1) Flyschtrog im SE des Festlandes (Streichen SW-NE)
- 2) Flyschsedimentation
- 3) Überschiebung auf das Festland im NW
- 4) im SE Entstehung eines neuen Flyschtroges
- 5) Flyschsedimentation usw.

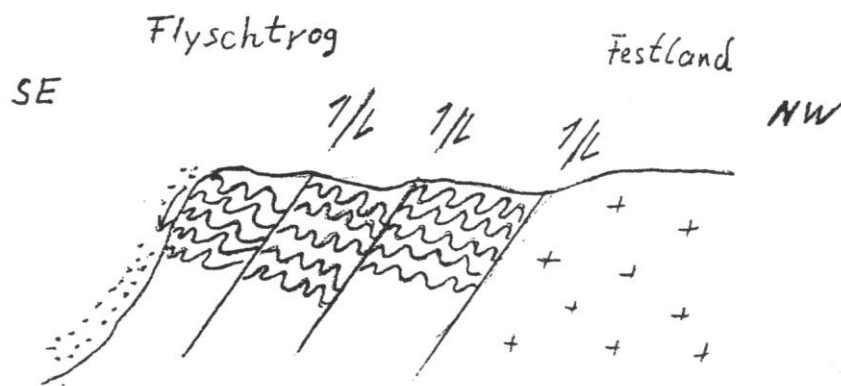


Abb. 1: Schematische Darstellung der Flyschentwicklung in den Southern Uplands.

09.00 Abfahrt von der Jugendherberge ins Zentrum von Minnigaff

09.10 Einkaufspause im "Glen Cree Mill Shop" in Minnigaff zum Erwerb von Wolle, Handschuhen, Pullover und ähnlichem.

09.30 Ende der Einkaufspause.

Fahrt auf der A 75 in Richtung Kirkcudbright.

09.45 Aufschluss an der A 75 (eingeschoben); 1 km SE von Creetown

An dieser Lokalität ist der kaledonische Creetown Granit durch einen Abbau erschlossen. Der Pluton weist, wie auch die tektonischen Strukturen der Kaledoniden, ein NE-SW Streichen auf. Seine Längserstreckung beträgt, bei einer maximalen Breite von ca. 200 m, etwa 1 km. Da er nur wenige Xenolithe führt, wird er als Baumaterial für Gebäude und für Grabsteine verwendet. Leider konnte der Granit nur mündlich und anhand von Handstücken an der Zufahrt des Bruches vorgestellt werden, da ein Betreten des Steinbruchs nicht möglich war.

10.00 Weiterfahrt auf der A 75 in Richtung Kirkcudbright

10.05 Halt am Zeltplatz bei der "Auchenlaire Holiday Farm" zwischen Carsluis und Anworth.

Von diesem Zeltplatz aus sind, bei guter Sicht, 6 Nationen (sensu WEIR) zu sehen. Hierbei handelt es sich um die Isle of Man, England mit dem Lake District, die Republic of Ireland, Northern Ireland, Schottland und die Snowdon Mountains von Wales.

10.15 Weiterfahrt auf der A 75 in Richtung Kirkcudbright bis Gatehouse of Fleet. Von hier auf der A 755 und auf der B 727 weiter über Borgue bis zur ROSS Bay.

10.45 Ankunft am Manor Hole an der ROSS Bay (Aufschluss 2.2)

Die Meeresbucht des Manor Hole wird von Flysch des Llandoverly und des Wenlock umrahmt. Es handelt sich um die einzige Lokalität in Schottland an der Wenlock-Flysch gut aufgeschlossen ist. Im W der Bucht hat der Flysch ein Alter von Oberem Llandoverly, während er im E vom Llandoverly bis ins Wenlock reicht.

Diese beiden, verschieden alten Bereiche werden durch eine komplexe Störungszone voneinander getrennt. Die Auswertung der mikrotektonischen Strukturen zeigt, dass neben Aufschiebungen auch bedeutende Blattverschiebungen (es werden Bewegungsbeträge in der Größenordnung von 100 km angenommen) in der tektonischen Geschichte dieser Gegend eine wichtige Rolle spielten. Diese Störungszone wird als Grenze zwischen zwei Terranes gedeutet.

Der Flysch wird aus Turbiditbänken mit Mächtigkeiten von 1-3 m aufgebaut, zwischen die sehr schmale Tonlagen eingeschaltet sind. Als Besonderheit treten zwischen den Turbiditen Graptolithen-Schiefer auf, die z.T. nur als Besteg entwickelt sind. Diese Graptolithen-Schiefer erlauben eine Datierung, der sonst fossilere Schichtenfolge. An Sedimentstrukturen treten in den Turbiditen u. a. ziemlich grobe Laminationen mit nur 4 Laminae pro 10 cm Profilhöhe, graded bedding, cross bedding (Kreuzschichtung) und convolute bedding (Wickelschichtung) auf. Nach Aussagen von Dr. WEIR ist das convolute bedding hier durch Rutschungen im, noch unverfestigten, Sediment (slumping) entstanden und nicht durch Kompression allein. In einem anderen Gebiet (militärisches Sperrgebiet) sitzen, nach Angaben von Dr. WEIR, mächtige Schlammvulkane der ehemaligen Sedimentoberfläche auf, während direkt darunter convolute bedding auftritt, welches bereits bei der Bildung der Schlammvulkane vorhanden gewesen sein muss, d.h. es kann nicht später durch Kompression während der Diagenese entstanden sein.

Als typische Strukturen an der Solfläche jedes einzelnen Turbidits treten, neben loadcasts, als primäre Sedimentstrukturen auch Schleifmarken von größeren Gesteinsbrocken auf, die mit feinerem Sediment verfüllt worden sind und daher heute sehr gut sichtbar sind. Ähnliche Strukturen können auch durch Turbulenzen im Fluss der Suspension gebildet worden sein. In den liegendsten 10 cm der Turbiditbänke ist immer eine komplexe Kreuzschichtung entwickelt.

13.45 Fahrt zurück in Richtung Borgue/Gatehouse of Fleet und weiter auf der A 75 in Richtung Newton Stewart/Minnigaff.

14.30 Aufschluss an der Skyreburn Bay zwischen Ardwall und Cardoness (anstelle Aufschluss 2.1)

An dieser Lokalität ist die Hawick Group des Oberen Llandovery, eine weitere Folge von turbiditischen Grauwacken und Schiefeln, erschlossen. Bemerkenswert ist hier die Tektonik.

Anmerkung:

Allgemein wechseln in den Southern Uplands Gebiete, in denen die Schichten, bei steilem Generaleinfallen, mehr oder weniger unverfaltet vorliegen, mit solchen ab in denen die Schichten stark verfaltet sind. Diese Gebiete werden jeweils durch große Störungen voneinander getrennt.

Beschreibung des Aufschlusses:

Der besuchte Aufschluss liegt in einem der stark verfalteten Gebiete und zeigt Falten mit steil nach NE (50 - 70°) abtauchenden Achsen. Dieses Einfallen der Achsen ist in Schottland ungewöhnlich und wurde durch eine F_3 -Faltung verursacht, welche die ursprünglich horizontal gelagerten Achsen der F_1 -Generation überprägte. Diese Formen werden als dragfolds (Schleppfalten) einer nahegelegenen, linkshändigen Blattverschiebung gedeutet. Neben den erwähnten Strukturen treten auch noch Falten im 10 m-Maßstab auf, in denen, innerhalb der Schiefer, kink-bends entwickelt sind. Desweiteren gibt es auf Störungsflächen Quarzbestege, die ein Kristallwachstum parallel zur Bewegungsrichtung der Störungen aufweisen.

14.45 Weiterfahrt nach Auchenlarie

14.50 N-S Profil am Strand bei Auchenlarie (Aufschluss Nr. 2.4) Bucht am Meer, 20 m senkrecht über Meresspiegel (2.4.a)

Die Hawick Group des Oberen Llandovery zeigt hier ein Generaleinfallen der Schichten nach NW. Der erschlossene Faltenschenkel einer einfachen Falte ist in den Schiefeln (1 - 10 cm mächtig) stark geschiefert (S_1). Parallel zu dieser S_1 -Schieferung sind Quarzäderchen entwickelt, die durch eine S_2 -Schubklüftung "verfaltet" worden sind, d.h. es handelt sich hierbei um Scherfalten mit Bewegungen parallel zur Faltenmittelebene und nicht um eine normale Biegefalte mit einem Bewegungssinn senkrecht dazu. Auf Störungsflächen in den arenitischen Turbiditen (Grauwacken) ist z.T. auch Runzelung entwickelt, welche die Schnittlinie von Schichtung (S_0) und Schieferung (S_1) nachzeichnet.

Aufschluss Nr. 2.4.b

In den hier erschlossenen Grauwacken ist auf einer Blattverschiebung ein Quarzbesteg mit Escarpements entwickelt, die zeigen, dass es sich auch hier um eine linkshändige Bewegung handelt. Die Wechsellagerung von mächtigen und geringmächtigen Grauwacken sowie Schieferen wurde disharmonisch verfaultet, was sehr schön in einer Falte direkt an der Steilküste zu sehen ist.

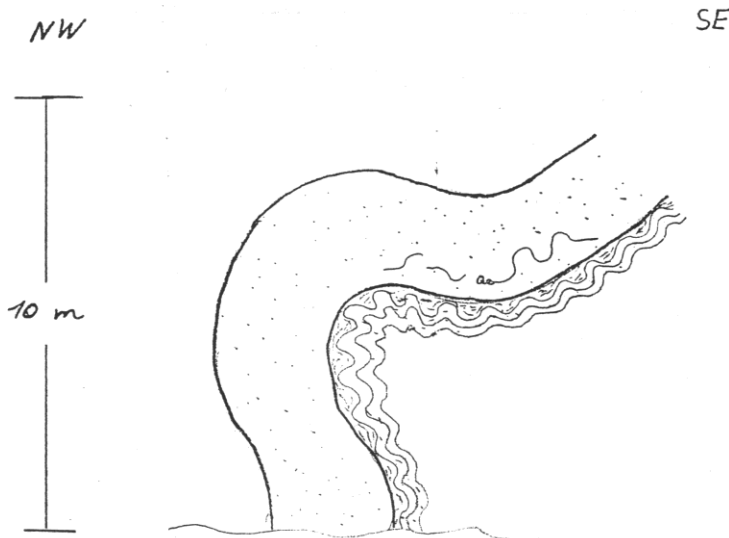


Abb. 3: NW-vergente F_2 -Falte mit disharmonischer Faltung in den unterschiedlich mächtigen Grauwackenbänken.

Aufschluss: "Puzzle locality" (eingeschoben)

Die hier anstehenden Grauwacken der Hawick Group sind grün, braun und violett gefärbt. Normalerweise sind die Grauwacken der Hawick Group überwiegend grünlich und nur etwa 1% der Schichten ist primär rot gefärbt. Die Entstehung der, hier nicht schichtgebundenen, rötlichen Verfärbung wird durch Einflüsse aus einem permischen Sedimentationsbecken, welches etwa 10 m im Hangenden der Hawick Group lag und bereits erudiert wurde, erklärt. Aus diesem Becken drangen, sekundär entlang von Klüften und Störungen, oxidierende Wässer in die unterlagernden silurischen Schichten ein, durch die das Fe^{2+} der grünen Grauwacken zu Fe^{3+} aufoxidiert wurde. Im W, vor der Küste, stehen die Rotsedimente des permischen Beckens noch an.

Aufschluss Nr. 2.4.e

Die hier erschlossene liegende Falte war ursprünglich eine aufrechte Falte, die während des F_1 -Faltungsaktes gebildet wurde, und in einem späteren Faltungsakt überformt wurde, sodass sie heute als liegende, SE-vergente Falte vorliegt. Im Kern der Falte liegt ein Porphyritsill (sekundär veränderter Andesit), der durch diese Faltung ebenfalls verfaultet wurde. Dieser Sill soll Feldspatkristalle bis zu 2 cm Größe führen.

Aufschluss: eingeschoben

In einer etwa 1 m mächtigen Grauwackenbank sind elliptische, \pm perlschnurartig aufgereichte Hohlräume zu sehen, welche ursprünglich mit Karbonatkonkretionen verfüllt waren. Durch den tektonischen Stress wurden diese Knollen parallel zur Faltenachse gelängt. Nach Angaben von Dr. WEIR zeigen Schlammvulkane, die einer Bank unterhalb der Hochwasserlinie aufsitzen, die gleiche Erscheinung. Diese Bank konnte aufgrund der, zu diesem Zeitpunkt auflaufenden, Flut jedoch nicht gesehen werden.

Aufschluss Nr. 2.4.f

In Grauwacken und Tonschiefern, die aufgrund der Korngrößen ihrer Bestandteile und der geringen Mächtigkeit der einzelnen Bänke dem mittleren Bereich eines Turbidits zugerechnet werden, ist wiederum disharmonische Tektonik entwickelt. Auch an dieser Lokalität sind Quarzbänder, die entlang der S₁-Schieferung entstanden waren, durch einen späteren Faltungsakt mitverfaltet worden.

Aufschluss: angehängt

Zum Abschluss des Strandprofils wurde noch eine weitere Falte besucht, die von einem Porphyritgang in der Achsenebene durchgeschlagen worden ist. Die Mächtigkeit dieses Ganges beträgt ca. 5 m. Bei der Falte handelt es sich diesmal um eine ± aufrechte Falte.

17.45 Protokollant steht (am Viehzaun) unter Strom

17.50 Abfahrt in Richtung Minnigaff

18.00 Aufschluss (Nr. 2.5) an der A 75 bei Ravenshall

Auf den Schichtflächen der Grauwacken tritt eine Runzelung auf. In den Schiefern sind neben F₂-Mikrofallen auch slumping-Strukturen entwickelt. Das slumping kann anhand von hellen, sandigen Bändern in den dunklen, pelitischen Bänken erkannt werden.

18.25 Weiterfahrt nach Minnigaff

18.40 Ankunft an der Jugendherberge in Minnigaff

Protokoll vom 24.08.86

Protokollantin: Petra Kuch

Führung: Dr. W.E. STEPHENS

Die Granitplutone von Galloway

09.10 Abfahrt vom Minigaff Youth Hostel

09.25 Bei herrlichem Sonnenschein erreichen wir die Lokalität 3.5 Blackcraig mine, Newton Stewart.

Es handelt sich dabei um die Abraumhalde aufgelassener Blei-Zink-Minen, die sich SW des Fleet-Granits befindet. Die Mineralablagerungen sind 5 km vom Kontakt als Gänge in den Grauwacken. Im Wesentlichen tritt folgende Paragenese auf:

Chalkopyrit, Zinkblende, Malachit, Kokardenerze.

Die Minerale sind jedoch recht klein und lohnen nicht zum Geiern. Der Gang tritt an dieser Stelle nicht zutage.

Um 09.50 verlassen wir die Halde und erreichen 10.15 die Lokalität 3.4 Lake Cluttering.

Zur Charakterisierung eines Granits dienen seine chemische Zusammensetzung und sein regionales Vorkommen bzw. seine tektonische Geschichte. Hinweise auf den Ursprung des Granits erhält man durch die Isotopenbestimmung von Sr, Nd+Pb und Sauerstoff. Man unterscheidet im wesentlichen 2 Granittypen :

a) I-Typ Granite (entstanden durch das partielle Aufschmelzen von magmatischen Gesteinen)

b) S-Typ Granite (partiell Aufschmelzen von Sedimentgesteinen) |

Tabelle 10 S.64 W. WIMMENAUER:

Tabelle 10: Unterscheidungskriterien für Granite des I- und S-Typs nach CHAPPEL & WHITE (1974)

I-Typ	S-Typ
Na ₂ O > 3,2 % in hellen Gesteinen, in mafitreicheren bis unter 2,2 % abnehmend	Na ₂ O auch in hellen Gesteinen < 3,2 % (neben etwa 5 % K ₂ O), in mafitreicheren unter 2,2 % abnehmend (neben etwa 2% K ₂ O)
[Al ₂ O ₃]: ([Na ₂ O] -t- [K ₂ O] + [CaO]) < 1,1	[Al ₂ O ₃]: ([Na ₂ O] + [K ₂ O] + CaO) > 1,1
Mit normativem Diopsid oder < 1 % normativem Korund	Mit > 1 % normativem Korund
Variation von mafitreichen bis zu sehr hellen Gesteinen	Hauptsächlich SiO ₂ -reiche, helle Gesteine
Regelmäßige Variation der Elemente innerhalb eines Plutons; lineare Variationsbeziehungen	Unregelmäßige Variationsdiagramme
Oft hornblendeführend	Oft muskovitführend
Initiales ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr-Verhältnis 0,704 bis 0,706	Initiales ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr-Verhältnis > 0,708

Der Granit von Lokalität 3.4 gehört zu den S-Typ-Graniten. Mit einem Alter von ca. 392 Ma ist er der jüngste Granit von ganz Schottland. Er enthält die Minerale Cordierit, Andalusit, Granat und Muskovit. Wegen der günstigen natürlichen Verhältnisse - die besonders dichten Hornfelse bilden an dieser Stelle ein enges Tal - wurde bei Lokalität 3.4 ein Staudamm gebaut. Der Kontakt zum Nebengestein tritt nicht zutage.

Der Fleet-Pluton ist ein zonierter Granit, bei dem eine Materialänderung vom Rand zum Zentrum hin zu erkennen ist. Der Rand besteht aus einem grobkörnigen Biotit-Granit, der in einen grobkörnigen Biotit-Muskovit-Granit übergeht. Im Zentrum liegt ein feinkörniger Biotit-Muskovit-Granit vor, der mit einem initialen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis von 0.710 dem S-Typ-Granit am nächsten kommt. Lokal wird er von Apliten durchbrochen.

Eine Klassifikation der Granite läßt sich auch aufgrund chemischer Kriterien durchführen. Wichtig ist hierbei das Verhältnis von Aluminium zu den Alkalien und von Aluminium zu Alkalien+Calcium. Die meisten Granite enthalten mehr Al als für die Bildung der Feldspäte gebraucht wird. Es wird wie beim Fleet-Pluton vor allem in Muskovit eingebaut, aber auch in Minerale wie Biotit, Cordierit u.a.

Lokalität 3.3 :

Der anstehende Granit ist noch grobkörnig, enthält wenig Muskovit und Xenolith-Einschlüsse fehlen, d.h. es handelt sich um einen "sauberen" Granit (Xenolithe wurden nur an einer Stelle am Kontakt gefunden). Durch sekundäre oxidierende Bedingungen wurde Fe^{2+} zu Fe^{3+} und die Fe-Verbindungen, z.B. Hämatit, bewirken eine rötlich-braune Färbung des Granits. Es wird vermutet, dass der Granit bei dem Zusammenstoß von England und Schottland entstanden ist, d.h. er ist ein Kollisionstyp wie Granite des Lake Districts.

11.45 Abfahrt

12.30 Lokalität 3.1 : Criffell Granit

Der Aufschluss zeigt den N-Kontakt des Plutons zu silurischen Sedimenten (Grauwacken von 1 Meter oder mehr Mächtigkeit). Beim Criffell-Granit ist die Zonierung noch ausgeprägter als beim Fleet-Pluton. Der Granodiorit vom Rand verändert sich zu einem Biotit-Muskovit-Granit im Zentrum, der zu den I-Typ-Graniten gehört. Das Streichen und das Wegtauchen des Nebengesteins verläuft NE-SW. Der Pluton ist ein Diapir, der an dieser Stelle wenig Xenolithe aufweist. Als Nebengestein kommt Kalksilikatfels vor und am Kontakt tritt Hornfels auf. Der Criffell-Granit wird auf 398 Ma datiert.

13.00 bis 13.45 Mittagspause.

Eine Kuhherde auf der Straße verhindert ein schnelleres Vorwärtskommen.

14.30 bis 15.00: Aufstieg zu einem 700 m hohen Hügel am SW-Kontakt des Plutons.

Die flachen Abschnitte in der sonst hügeligen Landschaft bestehen aus karbonischen Sedimenten. Gegenüber der Lokalität ist der Lake District von England zu erkennen. Der anstehende Granit ist 400 Ma alt und zeigt eine ausgeprägte Foliation von Hornblende und Plagioklas. Das Längen/Breiten-Verhältnis (20:1) der Xenolithe gibt eine streckende Deformation bei der Entstehung wieder. Die Xenolithe sind Diorite, deren Sr-Gehalte gleich, die Nd-Gehalte ungleich denen der Granite sind. Die Zusammensetzung der Diorite ist mantelähnlicher als die der Granite. Die Gesteine sind alkalischer als die, die aus sehr großen Tiefen stammen.

Der Na-Gehalt des Granits beträgt 3 %, der der Xenolithe 2,2 %. Der Pluton entstand durch 3 Intrusionen. Aus der Verteilung der Spurenelemente geht hervor, dass dem Hauptentstehungsprozess noch weitere folgten. Vorzustellen wie das Ausfahren eines Teleskops. Es existierte eine einzige Magmenkammer, aus der mehrere Schübe hervorgingen. Das Isotopenverhalten des Criffell-Granits ist ähnlich einem Pluton im Norden und in den Highlands.

Die Berechnung der U/Pb-Verhältnisse in Zirkonen ist die beste Methode um das Alter der Xenolithe und der Granite zu erhalten. Die Zirkone des Griffell-Plutons sind gleich alt wie das Magma, d.h. es existiert kein altes Basement was sie von den Graniten im N unterscheidet, die ein altes Basement haben.

15.55 bis 16.30 Rückkehr zu den Bussen und Weiterfahrt.

18.30 Ankunft in der Jugendherberge in Ayr.

Protokoll vom 25.08.1986

Protokollant: Thomas Pürner

Führung: **Dr. J.A. WEAR**

Die Nacht vom 24.08. auf 25.08.86 wurde in der Jugendherberge von Ayr (Kategorie 1) verbracht.

09.00 Eintreffen des "Staff" und Verteilung der Protokolle für die nächsten Tage

Wegen des schlechten Wetters wurde die Abfolge der Aufschlüsse gegenüber den Angaben im Führer geändert.

09.15 Abfahrt von der Jugendherberge in Richtung Girvan auf der alten Küstenstraße (A 719 und A 77).

Etwa 1 km S von Ayr wurden die Heads of Ayr, ein Kliff aus permokarbonischen Vulkaniten, passiert.

09.55 Einkaufspause in Girvan

10.30 Weiterfahrt auf A 77 in Richtung Stanraer

10.55 Ankunft beim Bauernhof "Knocklaugh" (4.3.)

An dieser Lokalität stehen zwei, tektonisch voneinander getrennte, Ophiolithkomplexe an. Die Ophiolithe bestehen jeweils aus einer unteren Serie mit Spilliten und vereinzelt Gabbros und einer oberen Serie mit Serpentiniten und vielen Gabbros. Auch diese Grenzen sind jeweils tektonisch überprägt. Die beiden Untereinheiten stellen jede für sich eine tektonische Melange dar und unterscheiden sich voneinander nur durch ihren Gehalt an Spiliten und Serpentiniten. Die Benennung erfolgte nach dem jeweils überwiegenden Gesteinstyp.

Bei der Obduktion des Ozeanbodens von SE auf die kontinentale Kruste im NW hatten die Serpentinite noch eine Temperatur von ca. 1000° Celsius. Hierdurch wurden die Serien im tektonischen Liegenden kontaktmetamorph überprägt. Der höchste Metamorphosegrad mit Granat-Metapyroxeniten, die bei etwa 900° Celsius und einem Druck von etwa 12 kbar entstanden, wurde im direkten Liegenden der Decken erreicht. Mit zunehmendem Abstand von der heißen Decke nahm die Metamorphose ins Liegende hin ab.

Wie nachstehende Abbildung zeigt, ist heute, durch tektonische Verstellung der Überschiebungsbahnen, die hangende Deckeneinheit, d.h. die ursprünglich im SE gelegene, weiter im NW erschlossen, als die liegende Decke.

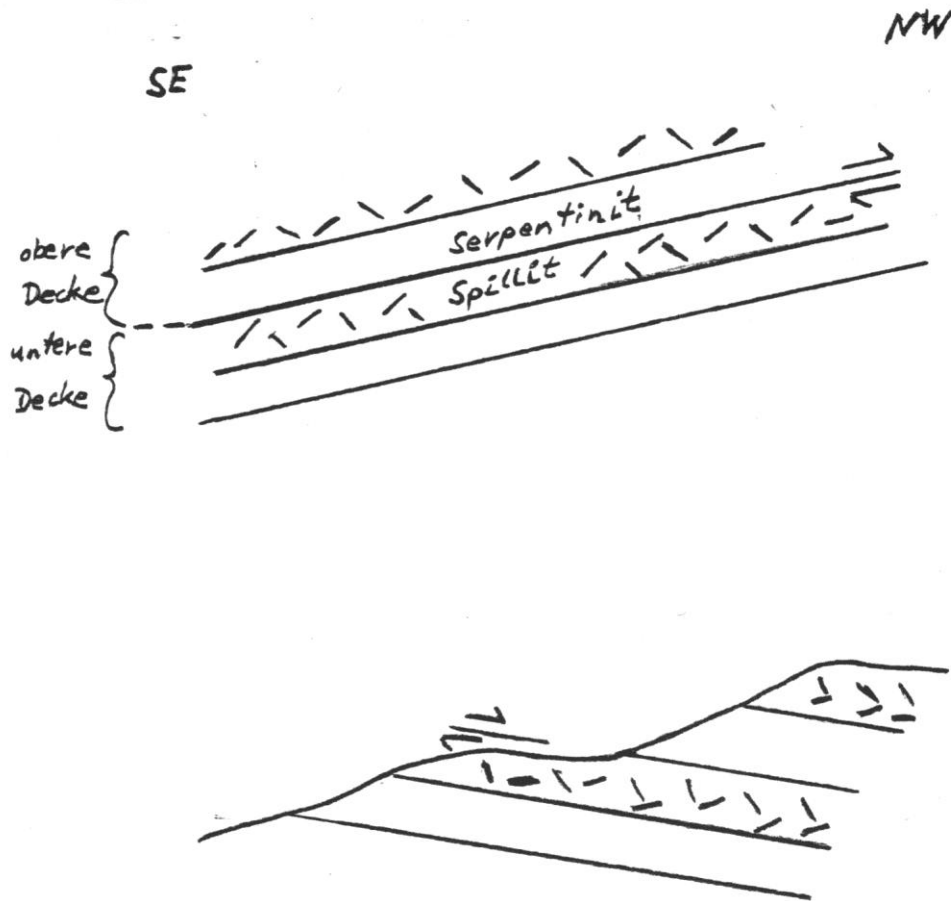


Abb. 4: Tektonische Entwicklung der Ophiolithdecken

Aufschluss 4.3.a

Der erste Aufschluss, ein Ausbiss im E-Ufer eines Baches, wurde nach einem Fußmarsch von ca. 5 min erreicht. Hier sind schwarze, graptolithenführende Schiefer des Mittleren Arenig im Liegenden von Spilliten und Serpentiniten erschlossen. Die Gesteine gehören zur metamorphen Prehnit-Pumpellyit-Fazies.

Tektonische Elemente sind zwei Scharen nach SE einfallender Flächen. Die mit 70° einfallende, ältere Schar wird von der jüngeren, mit 20° einfallenden Schar geschnitten.

Aufschluss 4.3.b.ii

30 m bachaufwärts stehen die Spillite in Epidot-Amphibolit-Fazies an. Bei der Umbildung der Labradorite zu Albiten, die für die Spillite typisch ist, wurde Kalzium frei und anschließend in Kalziten auf Adern und Klüften fixiert. Die Klüfte, mit einem Abstand von 3 m zueinander, fallen hier nach NW ein.

Aufschluss 4.3.b.iii

Weiter bachaufwärts wird die mit 35° nach NW einfallende Klüftung zu einer starken und strengen Schieferung, die das gesamte Gestein durchdringt. Das sehr zähe Gestein gehört nun bereits zur Amphibolit-Fazies. Vereinzelt sollen Spinell und Granat gefunden worden sein.

Aufschluss 4.3.c

Auf der Kuppe des Hügels steht Serpentin in Amphibolit-Fazies an, der im Hangenden durch eine Störung begrenzt wird.

Aufschluss 4.S.d.

Etwa 300 m E von 4.3.c., jenseits der angesprochenen Störung, ist im Bett eines kleinen Baches ein Granat-Metapyroxenit erschlossen. Dieses sehr feinkörnige Gestein führt Granate (Pyrop-Grossular), Pyroxene (Hedenbergit-Diopsid) und untergeordnet Pargasit sowie Spinell.

12.30 Zurück an den Fahrzeugen

Einlage; 100 m E der Fahrzeuge ist in der Wegböschung Serpentin erschlossen.

12.35 Mittagspause

13.37 Geologische Erkundung der Hügel im SW unter Zuhilfenahme wurfoptischer Mittel (Copyright: K. PREISSINGER 1985)

In der Flanke der Hügel treten horizontale Ausbisse der Ophiolithdecken auf, die jeweils durch grasbewachsene Abschnitte voneinander getrennt werden. Diese grasbewachsenen Streifen zeichnen die Überschiebungen nach. Auf eine Höhe von 160 m treten bis zu 8 solcher Störungsbahnen auf. Diese intensive Zerschering der Ophiolithkomplexe macht eine Mächtigkeitsangabe der ursprünglichen, ungestörten Ophiolithe unmöglich.

13.40 Abfahrt in Richtung Ballantrae

13.55 Aufschluss bei der Burgruine "Knockormal" (eingeschoben)

An dieser Lokalität sind in einer Serpentin-Melange der Unteren Ophiolithdecke vereinzelt Glaukophan-Schiefer der Blauschiefer-Fazies erschlossen. Dies ist für die liegende Deckeneinheit ungewöhnlich.

14.20 Weiterfahrt nach Ballantrae

14.30 Tankstop in Ballantrae

14.40 Wende nach N und Fahrt in Richtung Ayr.

14.50 Aufschluss am Bennane Head (4.2.)

Der Aufschluss liegt in den Spilliten der Unteren Decke, nahe an der Grenze Spillit/Serpentinit. Bemerkenswert ist hier das Auftreten von verschiedensten Olistolithen.

Aufschluss 4.2.b.

Neben Schiefen des Unteren Arenig steht hier vulkanogener Arenit oder Tuffit an, der durch das Zersprätzen einer heißen, basaltischen Lava beim Kontakt mit dem Meerwasser entstanden ist. Dieser Pyroklastit wurde früher für einen Metadolerit angesehen, der in die Serpentine intrudiert sein sollte.

Aufschluss 4.2.c.

Der gesamte Komplex des eigentlichen Kliffs besteht aus gebankten Kieselschiefern, die in steile, aufrechte Falten mit etwa 20 m Spannweite gelegt worden sind. Obwohl die Faltenachsen deutlich von dem üblichen NE-SW Streichen der Kaledoniden abweichen, ist aufgrund der Regelmäßigkeit und der Größe dieser Formen, eine Entstehung der Strukturen durch slumping, nach Meinung von Dr. WEIR, unwahrscheinlich.

Aufschluss 4.2.d.

Auf der Abrasionsplattform vor dem Kliff steht ein Konglomerat aus Serpentinitten, Gabbros, Kieselschiefern, Kalken etc. an. Die Matrix dieses Konglomerats ist feindetritischer Serpentin. Nach Aussagen von Dr. WEIR handelt es sich um eine tektonische Melange und nicht um ein sedimentär entstandenes Konglomerat. Wie nachfolgende Abbildung zeigt, werden die Komponenten von der Matrix regelrecht umflossen. Dies deutet auch auf eine tektonische Entstehung des Ganzen hin.

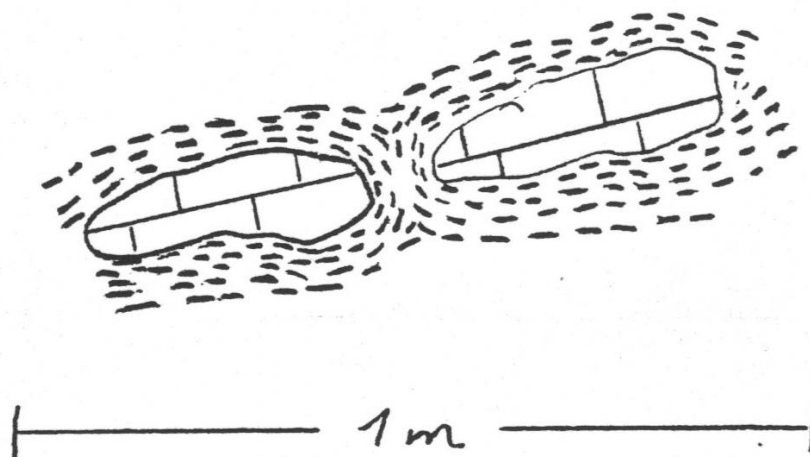


Abb.5: Von feindetritischem Serpentinitt umflossene Karbonatkomponenten im Konglomerat von Barmae Head.

In dieser Melange liegen stellenweise bis zu hausgroße Olistoplaaka aus gefalteten Kieselschiefern (mit erhalten gebliebenen Sätteln und Mulden).

Neben den Kieselschiefern treten auch rote Tonsteine auf, die im Aufschluss nur durch ihre Härte von den Kieselschiefern unterschieden werden können. Diese Tonsteine waren ursprünglich einmal rote Tiefseetone. Die olistolithischen Kieselschiefer liegen in einer grobkörnigen, konglomeratischen Grundmasse aus Kieselschiefern, Spilliten und weißen Kalken. Dazwischen treten auch vulkanische Agglomerate auf.

Diese Melange wurde bei der Deckenüberschiebung an der Deckenbahn aus den, in tektonischen Kontakt stehenden, Gesteinen der Deckenbasis und des Unterlagers gebildet, während die Olistolithe an der Deckenstirn abgebrochen sind, von der Decke überfahren wurden und dann als Fremdlinge in die Melange eingearbeitet wurden.

16.05 Weiterfahrt nach N

16.07 Bucht von Port Vad (Aufschluss 4.1.)

Blick von Parkplatz nach W

Im Fjord des Firth of Clyde liegen 3 Inseln. Von S nach N sind dies der markante Block der Aisle Craig, ein, an Seltenen Erden angereicherter, tertiärer Granit mit Riebeckit (einer Alkalihornblende) und die Insel Arran, welche im S von permischen Redbeds und im W von einer tertiären Caldera aufgebaut wird. In dieser Caldera sind noch Reste des letzten Ausbruchs (Andesite) erhalten geblieben. Im E von Arran liegt Holy Island, welches, wie Aisle Craig, aus einem tertiären Granit besteht. Alle diese magmatischen Körper gehören zum tertiären Northern Granite Complex.

Das W¹ Ufer des Firth of Clyde ist die Halbinsel von Kintyre mit Gesteinen des Dalradian.

eigentlicher Aufschluss

○

An dieser Lokalität sind Diabas-Pillows entwickelt, die mit ca. 60-70 nach SW einfallen. Aufgrund der asymmetrischen Form der Pillows ergibt sich, dass die Laven von NW nach SE geflossen sind.

16.40 Weiterfahrt in Richtung Ayr 16.45 Bonney's Dyke

(Aufschluss 4.4.)

Dieser Dyke ist in ein Nebengestein aus Serpentin und Pyroxenit eingedrungen. Im Serpentin treten Gänge mit sehr grobem Pyroxenit auf, an deren Rändern keine Salbänder entwickelt worden sind. Hieraus ist zu schließen, dass sowohl Serpentin als auch Pyroxenit, beim Aufdringen des letzteren, noch heiß waren. Der eigentliche Dyke, ein Gabbro, durchschlägt beide Gesteine, wobei am Kontakt wieder keine Salbänder entwickelt worden sind. D.h. dass auch in diesem Fall das Nebengestein noch heiß war, als der Gabbro platznahm. Aus diesem engen zeitlichen Zusammenhang geht hervor, dass es sich bei den 3 verschiedenen Gesteinen nur um 3 verschiedene Gesichter des gleichen Ausgangsmagmas einer einzigen magmatischen Phase handelt. Nachdem Serpentin bei 1100° Celsius, der Temperatur der ultrabasischen Schmelzen, nicht stabil ist, muss der Serpentin ursprünglich ein Dunit oder ein Harzburgit gewesen sein.

17.15 Weiterfahrt in Richtung Ayr Aufschluss 4.5. entfällt

17.17 Stockenray Bay (Aufschluss 4.6.)

An der Stockenray Bay stehen spillitisierte Vulkanite an, deren Ursprung zwei verschiedenen Eruptionszentren zugeordnet werden kann.

Petrographisch ist eine Unterscheidung nicht möglich. Es handelt sich in beiden Fällen einerseits um ehemalige Lavaströme und andererseits um Vulkanoklastite. In den Lavaströmen treten klastische Einschlüsse auf, in denen der ursprüngliche Labradorit nicht spillitisiert wurde und noch erhalten geblieben ist. Bei den Vulkanoklastiten gibt es zum einen Bomben- und Kristalltuffe, welche nach der Sedimentation nicht mehr umgelagert worden sind und zum anderen Fluxoturbidite mit graded bedding und cross bedding.

Die Unterscheidung der beiden Eruptionszentren erfolgt nach geochemischen Parametern. Nach diesen sind die Eruptiva im S der Bay Produkte eines hot spots, während der tholeiitische Chemismus der Vulkanite im N der Bay auf einen Inselbogen-Vulkanismus hindeutet. Die heutige, räumliche Nähe dieser unterschiedlichen Eruptionszentren ist das Ergebnis von Bewegungen entlang einer großen Blattverschiebung, die zwischen den beiden Vulkanittypen verläuft und die ursprünglich weiter entfernten Provinzen in unmittelbare Nachbarschaft zueinander gebracht hat.

18.15 Abfahrt nach Ayr

18.29 Ankunft an der Jugendherberge in Ayr

Protokoll vom 26.08.1986

Protokollant: Hubert Motzet

Führung: **Dr. J. A. Weir**

- 09.00 Treffen vor der Jugendherberge in Ayr
- 09.10 Gruppenphoto mit Dr. Weir vor der Jugendherberge
- 09.15 Abfahrt zum Kennedy's Pass
- 10.00 Ankunft am Kennedy's Pass

Einführung in das Tagesprogramm:

An diesen Lokalitäten kann der Übergang zwischen Grabensedimenten und Küstensedimenten beobachtet werden. Auf Grund der Ablagerungsbedingungen in dieser Übergangszone entstehen grobe, polymikte Konglomerate. Die sehr unterschiedlichen Fragmente sind zum Teil weit transportiert. Granite und Metamorphite - dabei gehäuft Metaquarzite - mit Ursprung im heutigen Kanada zeigen "strike-slips".

Lokalität 05.01: Küstenstreifen am Kennedy's Pass

a) 50 m südlich vom Pass

Hier wird der Übergang zwischen den Ophiolithen und der Sedimentdecke untersucht. Da in einem Abstand von wenigen Metern Spilite ohne direkten Kontakt zu Konglomeraten aus Chert-Kiesel in einer Grundmasse aus Serpentin gefunden werden, nimmt man an, dass die Störung unzugänglich unter dem Strand verläuft. Zwischengelagert finden immer wieder Tuffite, die durch Störungen abgegrenzt sind.

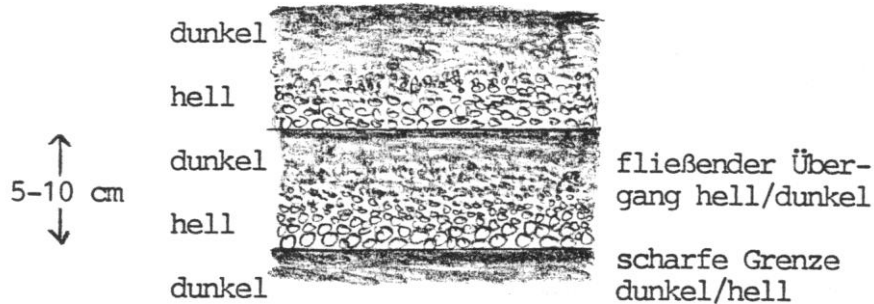
Weiterhin trifft man Konglomerate unterschiedlicher Struktur an, die die unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen widerspiegeln. Da die Energie der Strömung so gering war, dass sich vermehrt die feinen Komponenten absetzten, kommen auch Ruhigwassersedimente, sog. "low energy deposits" vor, die viel Sand und nur wenig (ca. 40%) grobe Anteile besitzen. Diese Ablagerungen zeigen eine gute Schichtung und fallen nach NW ein.

b) 50 m nördlich von Pass

Hier ist der Kontakt zum "Kilranny Conglomerate" aufgeschlossen. Das "Kilranny Conglomerate" zeigt Dachziegellagerung, doch innerhalb der einzelnen Schichten eine chaotische Struktur. Es fällt ebenfalls nach NW ein und stellt die dritte und zugleich höchste Abfolge von Konglomeraten im Ordovizium dar. Seine groben Komponenten sind, in Form der dunklen Gemengteile, überwiegend Bruchstücke von Ophiolithen und Spiliten lokalen Ursprungs. Bei den hellen Bestandteilen handelt es sich um Granit- und Metamorphitkiesel, die weit transportiert worden sind und daher seltener vorkommen. Daneben kommen noch Jaspiskiesel und Teile eines rötlichen Granits unbekannter Herkunft vor.

10.55 Weiterfahrt ca. 700 m nördlich zur Lokalität 05.02

a) Hier werden anhand der Turbidite der "Ardwell Group" die klassische Ablagerung nach der "Bouma-Abfolge" erläutert. Es liegt eine Wechsellagerung von dunklen, feinen und hellen, grobkörnigen Schichten vor, die sich bei genauerem Hinsehen unterteilen lassen:



Da diese gradierte Ablagerung als Oben-Unten-Kriterium verwendet werden kann, lässt sich festlegen, dass die Schichten in Richtung Meer (NW) jünger werden.

Eine Bouma-Abfolge kann Mächtigkeiten von wenigen mm bis zu m einnehmen.

Hier erreicht sie eine Mächtigkeit von 05-50 cm.

Sie wird im einzelnen unterteilt in (von unten nach oben):

- a) Hochenergetische, turbulente Strömung, grobkörnige, unlaminierte Schicht
- b) Gradierung der groben Komponenten, grobkörnige laminierte Schicht
- c) Der Laminarfluß bricht zusammen, Kreuzschichtung mit Slumping-Effekten
- d) Die Strömungsenergie nimmt weiter ab, Laminarschichtung feinkörniger Komponenten
- e) die Strömungsenergie ist fast gleich Null, strukturlose Pelite
- f) Pelagische Sedimente

Im oberen Fall treten meist folgende Horizonte auf: a, e

Seltener treten auf: a, b, e

a, c, d, e

Weiterhin ist auffällig, dass der c-Horizont, und somit Slumping-Effekte sehr selten auftreten. Dies lässt darauf schließen, dass ruhige Ablagerungsbedingungen herrschten, die in einem Randbereich des Fächers, ziemlich horizontal einwirkten. An manchen Stellen sind auch Sohlmarken sichtbar, die sich als Fließmarken erweisen.

*

b) An dieser Stelle wirkten auf die Turbidite zwei Faltungsphasen ein. das Abtauchen der ersten Faltungsachse fällt mit dem Einfallen der Schichten zusammen - d.h. sie fällt mit ca.70° nach WNW ein. Eine spätere Faltungsphase senkrecht zur Achse der ersten, verursachte dann die Entstehung von Querfalten.

Etwas weiter südlich dieser Lokalität wirkte sich die Faltung weniger stark aus und führte so zu Kofferfalten.

Lokalität 05.02.C) entfällt, da ähnliches schon an Lokalität 05.02.a) gesehen wurde.

12.00 Aufbruch in Richtung N (ca. 02 km) zu Lokalität 05.03. Whitehouse Shore

b) 350 m nördlich von a) (s.u.)

Während der Fahrt wurde eine große Störung passiert und die "Whitehouse Group" erreicht.

Hier sind vor allem die Trilobiten interessant, die in rotem Kalkschlammgestein vorkommen. Auf Grund ihrer Augenausbildung lässt sich feststellen, dass sie in lichtarmen Bereichen, also entweder im trüben Wasser, oder in großen Tiefen lebten.

a) 500 m nordöstlich von "Ardwell Farm"

An dieser Lokalität wurden Kalk-Turbidite untersucht, die dadurch entstanden sind, dass Schalen von Brachiopoden zerkleinert und pelitreiche Schichten abgelagert wurden, nachdem sie abgerutscht sind. Diese Lokalität war die Höchste im Ordovizium.



Die Exkursionsteilnehmer am Strand in schottlandtypischer Sommerbekleidung

12.47 Das Ordovizium wird verlassen.

13.00 Die Exkursionsteilnehmer laben sich an den mitgebrachten kulinarischen Grausamkeiten.

13.45 Fr. Röhmer bemerkt den Verlust ihres Brustbeutels mit all ihren Wertsachen.

Während die Gruppe die Suche an den letzten Lokalitäten aufnimmt, fährt Fr. Röhmer mit Dr. Weir nach Girvan, um in der letzten Jugendherberge in Ayr nochmals telefonisch nachzufragen.

15.00 Die Suche wird abgebrochen

Die Lokalitäten 05.04-05.06 entfallen wegen Zeitmangel

Ein kurzer Aufenthalt in Girvan, um bei der Polizei den Verlust des Brustbeutels zu melden, wird noch zum Einkauf genutzt.

15.30 Abfahrt nach Falkland

16.45 Kurzer Stopp bei Glasgow, mit Blick aufs Zentrum

Diese Stelle gewährt einen Überblick über den "Midland Valley Graben". Die vulkanischen Basalte des Karbons auf dieser Seite treten gegenüber, auf der anderen Seite des Tales nochmals auf, so dass sich dieses Tal, in dem sich Glasgow befindet, als große Faltenmulde erweist. Dahinter kann man an den aufsteigenden Bergen die "Highland Boundary Fault" erkennen, mit "Ben Lomond" als berühmtesten Berg.

18.05 Kurzer Stopp ca. 05 km nordöstlich von "Kinkardine Bridge"

Der Blick nach Westen zeigt die nordöstlichen Basalte von Glasgow, zwischen denen man eine große Caldera rhyolithischer Zusammensetzung erkennen kann.

Der Blick nach Osten zeigt einen großen Sattel, der von einer Caldera durch eine ca. 03 km breite, heute noch nicht abgeschlossene Aufschiebung getrennt ist.

18.35 Kurzer Stopp ca. 05 km südwestlich von Falkland. Wir befinden uns auf "Upper Old Red Sandstone"

Nordöstlich kann man zwei Hügel erkennen, den "East Lomond" und den "West Lomond", die einem Plateau aufgesetzt sind. Diese Hochebene besteht aus einem ca. 30 m mächtigen Sill aus Quarzdolerit unter dem sich noch etwa 40 m Festlandssedimente befinden. Diese zusammen bedingen einen ca. 70 m steilen Anstieg. Die beiden Hügel selbst sind Vulkanschote, die den Sill durchschlagen haben.

18.50 Ankunft in der Jugendherberge in Falkland

Die Studenten beziehen hier ihr Quartier und geben sich danach dem feurigen Nachtleben in der City hin, während der Staff mit Dr. Weir weiter nach St. Andrews ins Hotel fährt.

Exkursionsprotokoll von 6. Exkursionstag am 27.08.86

Protokollant: Peter Schmitt

Führung: C.H. Donaldson und A.R. MacGregor

Um 08:15 Uhr war Abfahrt von unserer Jugendherberge O.Klasse fließend Kaltwasser, keine Duschen) in Falkland. Gegen 09:00 Uhr trafen wir in St. Andrews ein und erwarteten unsere Professoren und unsere Exkursionsführer (s.o), die um 09:20 Uhr zum vereinbarten Treffpunkt kamen. Wir fuhren alsdann zu unserem ersten Aufschluss, den wir um 10:33 Uhr erreichten.

Lokalität 6.1. Lower and Upper Ardross Limestone

Diese Kalksteine sind an den zwei deutlichen Lagen mit verwitterter, gelbbrauner Färbung erkennbar. Die darunterliegenden 3,7 m mächtigen, sandigen, grauen Schiefer führen reichlich "Linguliden". Das Sediment wurde im Brackwasser abgelagert. Eine harte, 0,6 m mächtige Schieferlage, die 4,6 m unter dem Kalkstein liegt, ist der einzige Ölschiefer dieser Abfolge. Solche Schiefer enthalten genügend Hydrocarbone, um eine Art Petroleum zu destillieren. In der Mitte des 19. Jhdt. wurde hier die schottische Ölindustrie angesiedelt. Die Schiefer wurden in flachen, nichtmarinen Lagunen abgelagert. Über der Kohleschicht des unteren Zyklus folgen 1,5 m sandige Schiefer.

Nur die oberste Schicht dieses unteren Zyklus ist zu sehen. Die Kohle liegt auf 1 m mächtigem, weißem, sandigem Fireclay, der von kleinen Pflanzenwurzeln durchwachsen ist. Der Fireclay ist ein Bodenprofil, das sich auf einer Deltafläche entwickelte. Das Profil endet mit einem 0,8 m mächtigen grauen Schiefer mit dünnen, kleiner 5 cm mächtigen Lagen aus hartem, braun verwittertem Siderit. Diese Schiefer sind nichtmariner Entstehung. Der Siderit galt als hochgradiges Eisenerz; das gleichzeitige Vorkommen von Kohle, Kalkstein und Fireclay führte im 18. Jhdt. zur Ansiedlung der schottischen Eisenindustrie.

Die Schichten zwischen den beiden Ardross Limestones bilden einen kompletten Zyklus. Der untere Ardross Limestone wird von einem 9 m mächtigen Schiefer überlagert, der von dünnen Sideritlagen und dolomitisiertem Kalkstein durchzogen ist. Die Schiefer enthalten eine marine Fauna, die aus Brachiopoden, Muscheln und Schnecken besteht.

Zwischen dem Unteren Limestone und dem Schiefer liegt eine 15,5 m mächtige Schichtfolge, zwischen dem Schiefer und dem oberen Ardross Limestone liegt lediglich eine mit 0,23 m Mächtigkeit.

Der obere Ardross Limestone ist wieder mariner Entstehung und enthält Brachiopoden und Ostracoden. Die 9 m mächtigen, grauen Schiefer im Hangenden gehen in eine Sandsteinfohle mit 32,7 m Mächtigkeit über.

6.2. Thick Sandstone

Dieser schließt eine Abfolge von 2,1 m mächtigen gelben und grauen Sandsteinen ein. Die Schichtfugen des 4,6 m mächtigen Sandsteines mit Rippelmarken und Kreuzschichtung, werden durch kohlehaltige Lagen hervorgehoben. Es folgt ein 21,3 m mächtiger, grobkörniger Sandstein, der in der Nähe der Basis Kreuzschichtung zeigt, im mittleren Teil in "convolute bedding" übergeht und in den hängendsten 2 m normal entwickelt ist. Gegen Ende dieses Zyklus tritt ein 4,6 m mächtiges Schichtpaket auf, das aus dünnen Lagen von Sandstein, Tonen, Fireclays und dünnen Kohleschichten besteht.

6.3. Disturbed Zone

100 m W liegt ein Gürtel gestörter Gesteine. Von der Störungszone weg ist ein Abtauchen der Schichten von 40-60° nach NW festgestellt worden. In der gestörten Gegend liegen große Mengen Sandsteine deren Streichen die hier übliche Streichrichtung unter verschiedenen Winkeln schneidet. Die, bereits verfestigten, Sandsteine sind von

den Schiefen plastisch umflossen worden. Dieses Slumping war synsedimentär, da die darüberliegenden Schichten nicht mehr beeinflusst worden sind.

b) Lower Limestone Group

6.4. Pathhead

Die Pathheadstörung trennt ein Stück der Abfolge in der Höhe des Hochwasserstandes heraus. Die linkshändige Störung verzweigt sich in 3 Äste und verbindet die brekziösen mit den Two-Foot Limestones. Der St. Monans White Limestone ist ein Lithostrotion-Riff, das stark rekristallisiert und durch Mg-reiche Verwitterungslösung im mittleren Teil in Dolomit umgewandelt worden ist. Die löchrige Struktur des Dolomits ist durch die herausgewitterten Korallen entstanden. Der brekziöse Kalkstein liegt unterhalb der Klippe; er enthält Konkretionen, die von Lehm umgeben sind. Große Konkretionen kommen im Two-Foot Limestone vor, den man etwa 20 m W¹ in Höhe des Hochwasserstandes sehen kann. Die obere, 5 cm mächtige Schicht, ist durch Hämatit gefärbt und durch Fraßspuren rezenter Gastropoden gekennzeichnet. Der Kalkstein wird von einem 4 m mächtigen sandigen, glimmerartigen Schiefer gefolgt, der nach oben hin grobkörniger wird. Dieser wird wiederum von einem 4,6 m mächtigen Schichtpaket überlagert, das aus dünnen Sandsteinen, Mudstones, Fireclays und dünnen Kohleschichten (Radernie Coals) besteht. Weiter im Hangenden werden 2,6 m mächtige Sandsteine, die Pflanzenreste enthalten, von einem dünnen Fireclay überlagert. Dieser zweite Zyklus ist unvollständig.

Ein neuer Zyklus beginnt mit einem weniger als 1 m mächtigen Schiefer, der durch den Five-Foot Limestone überlagert wird. Im Hangenden folgt ein 21 m mächtigen grauen Schiefer fortgesetzt, der neben Sideritkonkretionen auch Fossilien wie Bivalven und Gastropoden enthält. Diese Schiefer weichen weiter aufwärts einer 30 m mächtigen Wechsellagerung aus Sandsteinen mit dünnen Fireclays, Kohle, einigen Schiefen und einem dünnen Kalkstein. Die Abfolge stellt die Deltaphase eines Hauptzyklus dar, der von einer Anzahl kleinerer Regressionen und Transgressionen im Deltabereich unterbrochen worden ist. Das Delta ist besonders an den "starved ripples" zu erkennen, die als dünne Sandsteinschichten zwischen den Mudstoneschichten liegen. Es folgt ein weiterer, zusammenhängender Zyklus, der in einer 23 m mächtigen Sandsteinabfolge mit zwischengelagerten Kohleschichten endet. Diese Sandsteine enthalten außerdem hufeisenförmige Grabgänge von Teichinus, die man sehr gut am W¹ Ende des Schwimmbades erkennen kann. Die Schichtfolge läßt¹ auch auf die Wassertiefe schließen, in denen sie abgelagert worden ist: Mit wachsender Tiefe Übergang von Sandstein in Schiefer.

6.5. Altes Schwimmbad

Der letzte Zyklus wechselte gerade von Sandstein zum "Hosie" Limestone. Die oberste 15 cm mächtige Schicht enthält reichlich bioturbate Gefüge mariner Endobionten der Gattung Zoophycus cauda-galli. Diese als Fraß- oder Weidespuren gedeuteten Bauten liegen parallel bzw. subparallel zur Schichtung.

Nach diesem Aufschluss machten wir uns auf den Weg zum St. Monans Harbour, wo wir unsere Mittagspause einlegten.

-32-

6.6. Shore 100 m W¹ of St. Monans Harbour

Im Muldenkern der St. Monans Synklinale ist der Mid Kinniny Limestone erschlossen. Dieser Kalk zeigt sehr schön das Umbiegen des mit 30° nach NW einfallenden Schichtpakets in 55° E.

B. Kincaig Vent

*

Diese vulkanische Substruktur ist der größte Aufschluss von permokarbonischen Vulkaniten an der Küste von Five und von Alkali-Typ. Diese Struktur besteht aus 4, zeitlich aufeinanderfolgende Aktivitäten mit einer deutlichen Hauptintrusion. Die Förderprodukte sind überwiegend Pyroklastika. Es gibt Tuffe, Lavabrekzien, intrusive Tuffe, Dykes und örtliche Mineralisationen.

6.7. Chapel Ness Sill

Man folgt dem Weg quer über den Golfplatz (Elie) in W Richtung ca. 150 m weit, hinter dem Abhang eines kleinen Vents, der sich SE' des Hauptvents befindet. Die Chapel Ness Sill formt ein treppenartiges Gebilde an der Küste. Das Gestein zeigt basanitische Zusammensetzung (cf. Streckeisendiagramm), mit guter säulenartiger Klüftung. Die darunterliegenden Sedimente tauchen leicht ab. Basanitadern durchziehen die Sedimente und nehmen Karbonat auf, wobei die Primärminerale wechselten und das Gestein in einen "White Trap" umgewandelt wurde. 150 m N' des Sills fallen die Sedimente nahezu saiger in den Abhang des kleinen Vents ein. Die Sedimente, die durch zahlreiche Calcitadern durchzogen und gehärtet worden sind, überragen die umgebenden Gesteine.

6.8. Craigforth Vent

Ein großer Teil dieses Vents ist mit geschichteten Tuffen aufgefüllt. Konzentrisches Abtauchen zeigt, dass wenigsten 3 einzelne Zentren innerhalb eines Bereichs von 150 m aktiv gewesen sein mußten. Ein 7 m breiter Basisdyke kann an der Küste betrachtet werden. NW der geschichteten Aschen liegt ein Aufschluss sandiger Sedimente, die parallel zu den Aschen abtauchen. W dieser Sedimente ist der Rest des Vents durch eine intrudierte Brekzie aufgefüllt, die hauptsächlich aus Sediment besteht, das durch Gasaktivitäten zerbrochen worden ist.

6.9. Basic Dyke with "White Trap" Edges

Die Ausbisse der mit 10° nach W abtauchenden Sandsteinbänke bilden für die nächsten 300 m die Küstenlinie. Eine dieser Kanten mit 30 m Länge bildet den Abhang des Hauptvents und wird von einem E-W streichenden Basaltdyke durchschnitten. Sogenannte Stringers (kleine und unregelmäßige Adern) durchziehen ebenfalls die Sedimente; diese und die Kante des Dykes wechseln in den "White Trap" über. Der Dyke ist an seiner dicksten Stelle 3 m breit.

6.10. SE¹ Margin of Vent

Hier sieht der Abhang des Vents aus wie eine Trennwand aus Intrusivbrekzie, deren Breite zwischen 5 und 25 m variiert und quer durch die Schichten schneidet. Die Brekzie besteht aus verkippten Sandstein- und Schiefermassen, die von einer Matrix aus kleinen Schieferfragmenten umgeben sind und von Adern des "White Trap" durchschnitten werden. N¹ der Intrusionsbrekzie liegt ein grau-grüner, geschichteter Tuff. Die Schichtung kann 100 m W¹ an den Klippen sehr gut gesehen werden. Zahlreiche kleine Störungen verändern das Streichen. Der Tuff variiert von feinem Staub bis zu Fragmenten von 25 mm Größe und mehr, dazwischen gelegentlich sogar noch größere Stücke. Kleine Dykes aus Intrusionstuff und kleine Basaltdykes durchziehen den geschichteten Tuff.

6.11. Mac Duff's Cave

Geschichtete Aschen tauchen gegen eine Reihe von Zentren ab. Vier Zentren gehören zum Kincaig Vent, das erste liegt etwa 100 m W dieser Spalte im Kliff. An der Spalte wird der geschichtete Tuff durch eine Störung durchschnitten, entlang der ein 70 cm breiter Basisdyke intrudiert ist. W dieser Störung bleibt die Schichtung zum gleichen Zentrum konzentrisch.

6.12. Main Plug of Kincaig Vent

Geschichteter Tuff setzt sich durch die Bucht in Richtung W hin fort mit einem Einfallen von 75° nach NNW. In der N Ecke der Bucht enthält der Tuff 2 m dicke Blöcke eines älteren Tuffs und wird 2-3 m vom Kontakt des Pipe entfernt brekziös. Das Pipe zeigt äußerst exakt ausgebildete Säulen, die im E Teil bis zu 21 m lang sind. Sie sind nach innen und nach oben hin geneigt.

6.13. Kincaig Point

Die W Landspitze der Bucht besteht aus Tuff, der mit dem Pipe im Kontakt steht. W der Landspitze liegt eine durch die Brandung abgeschnittene Plattform aus geschichtetem Tuff, der hier mit 30-50° nach S und SSE abtaucht. Eine Brekzie aus bis zu 70 cm großen Lavablöcken bildet eine unterbrochene Trennwand zwischen dem Pipe und dieser geschichteten Asche. Tuff wurde in Form eines 30 cm mächtigen Dykes entlang des Kontaktes injiziert.

6.14. W Margin of Main Plug

Oberhalb eines Abwasserkanals am W Rand des Pipes ist der Kontakt zwischen Pipe und Brekzie zu sehen. Die Säulen des Pipes stehen dicht gepackt in ihrer ursprünglichen Stellung und sind nur durch dünne Nähte aus Tuff voneinander getrennt. Die Ursache hierfür dürften möglicherweise Gasausbrüche sein. Auf der Brandungsplattform sieht man, dass die Lavabrekzie den geschichteten Tuff quer durchschneidet. Es sind wenige Mineraladern im Tuff, die aus Pyrit, Calcit und Amethystquarz bestehen. Der Tuff enthält außerdem ultramafische Xenolithe des oberen Mantel, die Hornblendit, Klinopyroxenit und deren Mineralkomponenten enthalten sowie Biotit und Olivin. W der Brandungsterrasse liegt Hall Cave. Das Einfallen der Tuffe gegen ein Zentrum 100 m SW der nächsten Grotte (Devil's Cave) beträgt nun 80°. Diese Asche besteht aus abwechselnd grob- und feinkörnigem Material mit gradierter Schichtung und isolierten großen Blöcken.

6.15. W Side of Devil's Cave

Hier ist eine 65 m mächtige Masse aus Lava-Brekzie, die mit ihren senkrechten Wänden wie ein Pipe aussieht. Einige unregelmäßige Basisdykes, keiner größer als 1 m im Durchmesser, durchschneiden den E Teil dieser Massen. Die Lavabrekzie geht in Richtung W schrittweise in ungeschichtete Asche über. Von hier bis zur Spitze der Muschelbucht taucht der geschichtete Tuff mit 40-50° nach SE ab und wird von einem 1 m breiten, mit Calcitadern durchzogenen Dyke durchschnitten.

6.16. W Margin of Kincaig Vent

NE' und N¹ von hier wird der Rand des Vents durch eine Masse aus Lavabrekzie gekennzeichnet, die mit einem Ausmaß von 10 x 150 m mit der am Devil's Cave vergleichbar ist. Der Rand des Vents streicht NE-SW parallel der Küstenlinie. Eine Schicht aus gehärtetem Sandstein wird nach innen hin von einer Schicht aus Lavabrekzie und Intrusionsbrekzie gefolgt. Die geschichteten Aschen tauchen nach SE mit 55-75° ab und wechseln beim Umfließen des Zentrums 3 zu 70° nach SE.

6.17. Shell Bay

Sandsteine und Schiefer auf der W-Seite des Vents, die durch leichte Faltung verändert worden sind, tauchen nach W mit 10-12° ab. Dort sind verschiedene Tuffdykes, ein "White Trap" Dyke und schließlich ein 5 cm mächtiger Tuffgang, die parallel ihrer Ränder Fluidaltextur zeigen. Der Rand des Vents erscheint wieder am N Ende der Bucht. Er streicht zuerst NE-SW, wendet sich dann in N-S Richtung und verschwindet unter dem Sandstrand. Die Trennwand der Intrusionsbrekzie schneidet sich an einer Stelle 30 m tief in die Sedimente ein.

Nachdem letzten Aufschluss unseres Tagesprogramms machten wir uns auf den Heimweg.

Um 19:25 erreichten wir unsere Jugendherberge.

Tagesprotokoll von 9. Geländetag (30.08.1986)

Protokollant: Cand. min. Werner ROST

Führung: R. A. BATCHELOR

09.00 Vorbesprechung an der Jugendherberge Perth

Tagesprogramm in Abänderung zur Reihenfolge im Führer:

1. Pluton bei Comrie
2. Kupfer-Molybdän-Lagerstätte bei Tomnadashan
3. Chromit-Lagerstätte bei Killin

09.15 Abfahrt zum Zentrum von Perth 09.20 Einkaufsstopp

09.40 Weiterfahrt zur Lokalität 9.1.

(Fahrtroute Siehe Übersichtskarte 9.1. im Führer)

Im Laufe der Fahrt verlässt man den Red Sandstone von Perth, überquert die Highland Boundary Fault und kommt in das Dalradian der Southern Highland Group.

10.36 Lokalität 9.1. (Vgl. Führer S. 35)

Der Pfad beim Campingplatz am Glen Lednock führt an Aufschlüssen des Aberfoyle-Schiefers vorbei, einem durch Regionalmetamorphose in Chloritfazies gebildeten Phyllit, der durch einen kaledonisch intrudierten Diorit kontaktmetamorph überprägt wurde. Der gefleckte Schiefer enthält Einschlüsse von Cordierit, die in Richtung auf den Dioritpluton häufiger auftreten. Zugleich stellt man fest, dass in dieser Richtung vermehrt Hornfelsbildung durch die Kontaktmetamorphose stattgefunden hat.

11.15 Lokalität 9.2. (Vgl. Führer S. 35)

Von dem vom Campingplatz kommenden Pfad zweigt man nach Norden • zum Berg Craig More ab, wo ein sehr harter, dunkelgrauer Hornfels ansteht. Die Faltung ist an ebenfalls mitverfalteten Quarzgängen zu erkennen. Ein kaledonisch bis devonisch ausgebildeter Porphyrgang mit noch deutlicher magmatischer Struktur durchsetzt den Hornfels.

11.52 Lokalität 9.3. (Vgl. Führer S. 35)

Etwas weiter nördlich liegt das Zentrum des kaledonisch intrudierten Plutons. Der dort anstehende sehr grobkörnige Diorit enthält Andesin, Biotit, Amphibol und Quarz.

12.22 Lokalität 9.4. (Vgl. Führer S. 35)

Am Lednock Dam ist am Bachufer ein Hornblendeschiefer mit großen Amphibolen aufgeschlossen, der regionalmetamorph aus einem Diorit gebildet wurde. Dieser Hornblendeschiefer ist älter als der kaledonisch intrudierte Diorit der Lok. 9.3.

13.10 Mittagspause in Comrie

14.15 Weiterfahrt zur Lokalität 9.6.

Man fährt von Comrie weiter in Richtung NW zum Loch Tay (ca. 80 km N Glasgow). Am Loch Tay erklärt Prof. BAUSCH, dass die schottischen Lochs durch Gletscher entlang von Störungen gebildet wurden.

15.25 Lokalität 9.6. (Vgl. Führer S. 36 und Karte 9.4.)

Die aufgelassene Kupfergrube Tomnadashan liegt S von Loch Tay am Kontakt eines intrudierten Granits zu einem Dioritkomplex. Als die Grube im 18. Jh. in Betrieb war, wurde das Erz in Booten über das Loch Tay nach Lawers zum Verhütten befördert. In der teilweise noch befahrbaren Grube und im Haldenmaterial können Pyrit, Kupferkies, Molybdänit und Tetraedrit gefunden werden. Als Gangarten kommen weiterhin Calcit und Quarz vor. Der Granit enthielt primär Pyrit und Molybdänit. Nach einer Remobilisierung kam es am Kontakt zum Diorit zur Ausbildung von Gängen mit den oben aufgeführten Erzen.

16.20 Weiterfahrt zur Lokalität 9.5.

Man umfährt das Loch Tay südlich und gelangt zu der NW vom Loch in der Nähe des Flusses Lochay gelegenen Lokalität 9.5.

17.10 Lokalität 9.5. (Vgl. Führer S. 35f und Karte 9.3.)

Die vorgefundenen Halden nahe der Corrycharraig Farm stammen aus einem Versuchsabbau auf Chromerz einer nahegelegenen Grube, die um 1850 betrieben wurde. Der Schacht wurde in einem linsenförmigen Serpentinikörper der Ausmaße 200 x 500 Meter abgeteuft. Da der Serpentin durch dieselbe Regionalmetamorphose überprägt wurde wie die Dalradian-Schiefer, muss der Serpentin vor- oder frühkambrisches Alter haben.

Der Chromit kommt vor allem in Form von fein verteilten Körnern im Serpentin vor und ist nur lokal in Schichten angereichert. Es handelt sich bei dem Erz genau genommen um einen zonierten Cr-reichen Magnetit. Da das Erz im hereingewonnenen Haufwerk im Durchschnitt nur 10 % Cr_2O_3 enthielt, wurde der Versuchsabbau frühzeitig wieder eingestellt. Die Bildung des Serpentinits wird folgendermaßen gedeutet:

1. Bildung einer schichtförmigen Anreicherung von Chromit, Olivin, Orthopyroxen und Anorthit.
2. Erneute Remobilisierung und frühkaledonische Intrusion.
3. Serpentinisierung bei oder vor der Regionalmetamorphose.
4. Lokale Veränderung durch CO_2 -reiche Fluide in Talk-Carbonatgestein. Dabei kam es auch zur Neubildung von Breunnerit.

Die Hauptminerale des Serpentinits sind Antigorit und Chromit, daneben treten häufig Tremolit, Chlorit, Chrysotil und Talk auf.

17.30 Weiterfahrt nach Glencoe.

Tagesprotokoll vom 31.08.86

13. Exkursionstag

(10. Tag des Programms)

by Klaus Preißinger

9.00 h Treffen vor der Jugendherberge Glencoe

9.10 h Einführung in das Tagesprogramm

Glencoe ist ein typisches Beispiel für eine Caldera. Gegen die umgebenden Schiefer ist sie durch einen Ringbruch abgegrenzt. Zu den Extrusiva gehören Andesite und Rhyolithe. Nach dem Caldera-Einbruch intrudierten subsequent Granite entlang des Ringbruches. Sie beinhalten Xenolithe des Umgebungsgesteins (Kalksilikate, Phyllite). Spätdevonische Porphyrit-Dykes schneiden die Struktur.

9.20 h Abfahrt (km 53476)

9.25 h Lokalität 10.1

Bruchzone an der Westseite der Caldera; Kontakt eines subsequenten Granites mit den umgebenden Schiefen des Dalradian (hier z. T. in Kalksilikatsfels umgewandelt), durchschnitten von Porphyrit-Dykes. Dabei ist der xenolithführende Granit durch einen roten Saum vom unveränderten Nebengestein abgegrenzt. Die rötlichen Porphyrit-Dykes sind durch Kalksilikatsfels-Lagen voneinander getrennt. Sie zeigen keine Kontakterscheinungen.

9.55 h Lokalität 10.2

Durch Brüche in die Caldera verfrachtete Metasedimente; es handelt sich um Phyllite (noch keine Glimmer-Schiefer) aus dem Dalradian.

An der gegenüberliegenden Talwand: Lokalität 10.3 Rosa Granit überlagert grauen Andesit.

10.22 h Lokalität 10.4

- Unterste Lage: ein dunkles Gestein mit grünen Streifen: oberste Schicht des unteren Andesithorizontes; grüne Streifen: Epidot (vmtl. Kontaktphänomen durch den überlagernden Rhyolith).
- Folgend: rotes Gestein: Rhyolith, am Kontakt ebenfalls epidothaltig; wird von \pm parallelen Dykes durchschnitten (Lamprophyr).
- Darüber: Ignimbrit (Glutwolksediment); chemischer Charakter intermediär andesitisch (vmtl. durch Eindringen mafitischer Materials in die Magmenkammer, aus der der Rhyolith stammt; Entgasen des Gemisches verursachte die Glutwolke).

10.28 h Lokalität o. N. "Glen Etive"

Westseite der Caldera, äußerer Rand.

Das Gestein ist ein durch randliche Kontamination in einen Monzo-Granit übergegangener Granit. Er zeigt z. T. sehr große Metasediment-Xenolithe.

12.05 h Lokalität 10.6

Ballachulish-Granit mit häufigen Xenolithen unterschiedlichen Ursprungs. Von den plutonischen Xenolithen sind die mafischen Körper z. T. ausgewittert, es entstehen Löcher. Die aus Sedimenten stammenden Körper sind Quarzite und Schiefer. Letztere zeigen Leistenform und sind \pm parallel zum Intrusionsrand ausgerichtet.

Der Granit selbst zeigt monzogranitische Zusammensetzung, was charakteristisch für diese Intrusions-Phase ist. Auch beinhaltet er Molybdänit-Vorkommen.

12.36 h Mittagspause in Ballachulish

13.45 h Lokalität 10.5

Gegen Ende des Dalradian gebildeter, fossilfreier, schwarzer Dachschiefer mit Pyritkristallen.

14.28 h Lokalität 10.7

Locus typicus für Kentallenit, einem grobkörnigen, dichten Olivin-Monzonit mit Alkali-Feldspat, braunem Biotit und Pyroxen.

15.30 h Lokalität 10.8 Lismore Island: Dalradische Kalke, typische Strandterrassen.

Port Appin-Quarzit:

Hier sind sedimentäre Strukturen erhalten geblieben. Richtung der graduierten Schichtung und der Kreuzschichtung deuten auf eine überkippte Lagerung des Quarzitpakets hin. D. h. der Quarzit liegt an der Unterseite einer Deckenstruktur.

16.45 h Rückkehr in die Jugendherberge Glencoe (km 53588).

Protokoll vom 01.09.1986

Protokollantin: Sonngard Röhm

Führung: Prof. Dr. E.K. WALTON

08.56 Abfahrt von der Jugendherberge Glencoe nach Glencoe Village

09.00 Prof. Bausch und Schwab wurden am Guesthouse "Scorrybreac" abgeholt.

09.11 Treffen mit Prof. Walton am Glencoe Hotel

Einführung ins Tagesprogramm:

Das an diesem Tag besuchte Gebiet befindet sich bereits im NW-Stamm des Kaledonidenorogens und weist nach NW gerichtete Decken aus Gesteinen des Dalradian auf. Die Narbenzone der Kaledoniden liegt in etwa im Bereich des Rammoch Moores, welches am Samstag durchquert wurde. Die Great Glen Fault, an deren Verlauf unter anderem Loch Ness gebunden ist, trennt die Northern Highlands von den Central Highlands. Die Central und Northern Highlands gehören zwei verschiedenen Terranes an, die jedoch gleichen tektonischen Bau, d.h. nach NW gerichtete Strukturen, zeigen. Die Great Glen Fault selbst ist eine breite Störungszone mit linkshändigen Blattverschiebungen, an denen die SW gelegenen Central Hochlands ca. 100 km nach NW versetzt wurden. Die Fahrtroute führt von Invernes nach Ullapool, zuerst durch Old Red Sandstone und dann durch das Moine. Herr Prof. Bausch besprach noch Vorbereitungen über Unteres Paläozoikum, kaledonischen und früheren Magmatismus sowie Magmatite des Karbons und Perms.

09.32 Abfahrt Richtung Inverness Die Aufschlüsse 11.1 und 11.2 entfielen aus Zeitmangel.

09.42 1. Aufschluss am Strand bei North Ballachulish (keine Nummerierung, da er als Ersatz für die beiden ausgefallenen Aufschlüsse eingeschoben wurde).

Profil durch den überkippten Flügel der Appin-Mulde

Das Profil beginnt im SE mit den Ballachulish Slates, die hier durch den Einfluss des Ballachulish-Granits, gehärtet worden sind. An dieser Lokalität wurden die in den Ballachulish Slates reichlich auftretenden Pyrite kontaktmetamorph in Magnetkies (Pseudomorphose) umgewandelt. In den Ballachulish Slates tritt eine deutlich entwickelte, nach SW einfallende S_1 -Schieferung und eine weitständige S_2 -Schubklüftung auf.

In den Slates sind des Weiteren kleine F_1 -Falten entwickelt, deren Abstände von Sattel zu Sattel ca. 5 cm betragen. Neben diesen tektonischen Falten treten auch slumping-folds auf, die durch einen Hell-Dunkel-Wechsel in der Schichtung zu erkennen sind.

Im NW schließt sich der jüngere Appin-Quarzit an. Dieser besteht aus wohlsortierten Quarzen, so dass kein graded bedding nachzuweisen ist. Als Oben-Unten-Kriterium ist jedoch vereinzelt auftretendes cross bedding verwendbar. Hieraus geht hervor, dass es sich um den überkippten Flügel der Appin-Mulde handelt.

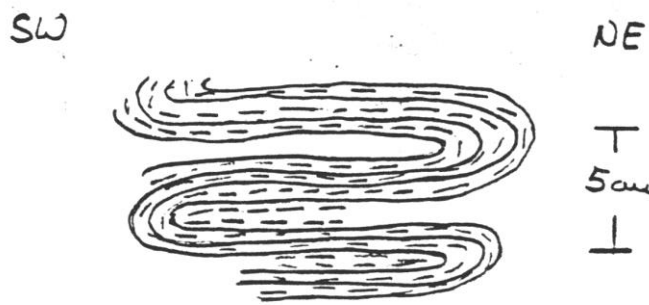


Abb. 6: Tektonische Falten in den Ballachulish-Slates

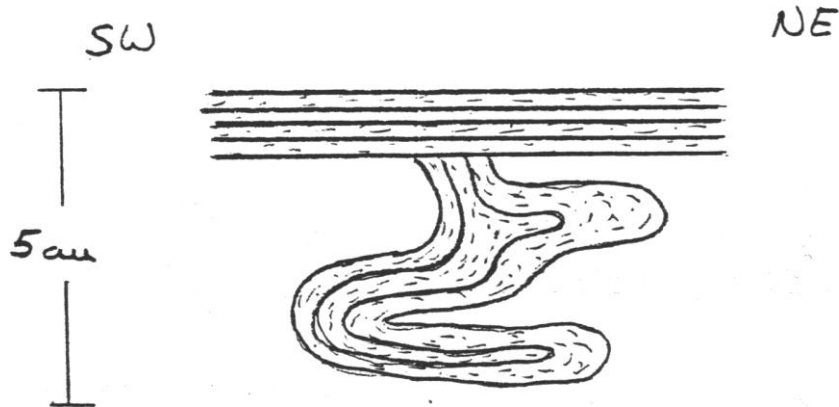


Abb. 7: Slumping-Strukturen in den Ballachulish-Slates

- 10.46 Weiterfahrt Richtung Inverness(A 82)
- 11.07 Einkaufspause in Fort William
- 11.45 Weiterfahrt
- 12.40 Ungeheuer von Loch Ness zwischen Fort Augustus und Invermoriston, ca.200 m vom Strand entfernt, gesichtet.
- 12.58 Kurzer Photostop beim Urquart Castle mit Dudelsackpfeifer
- 13.11 Weiterfahrt
- 13.16 Mittagessen in Drumadrochit
- 14.02 Aufsitzen
- 14.53 Tankstop
- 15.05 Weiterfahrt auf der A 9 und A 832, Richtung Ullapool



15.35 Aufschluss 11.4: Falls of Rogie, NW' von Lontin (Lokalität 11.3 fällt zwecks Zeitmangel aus)

Steinbruch in den Moine Schists: metamorphisierte, schlecht sortierte Sandsteine und Schiefer, die sich durch die gesamte Abfolge hindurch nur durch wechselnde Sandstein- und Schiefergehalte unterscheiden. Die Moine Schists wurden mehrfach tektonisch deformiert. In ebenfalls auftretenden Pegmatiten sind idiomorphe, gelblich-bräunliche Beryllkristalle mit 1 - 2 mm Kantenlänge zu finden. Des Weiteren treten Granate und große Muskovitkristalle auf.

16.39 Weiterfahrt

16.50 Aufschluss 11.5 Inchbae Lodge an der A 832

Im Bachbett ist ein roter Augengneis erschlossen, der wegen der tektonischen Stellung (er durchschlägt die F_1 -Falten und wird selbst wiederum von der F_2 -Faltung beeinflusst) einem jüngeren Granit (400 Ma) entspricht, nach seinem radiometrischen Alter von 560 Ma jedoch ein Älterer sein müsste. Anhand der Feldspatäugen konnte eine Verfaltung des Gneises in einem größeren Fundstück erkannt werden. Es wurden 2 Möglichkeiten diskutiert, wie der Augengneis entstanden sein könnte und die Altersdifferenzen erklärt werden könnten.

- 1) Es handelte sich um einen älteren Granit der während der kaledonischen Orogenese vergneist und verfaltet worden ist (Entstehungsalter des Granits 560 Ma, Vergneisung 400 m).
- 2) Es war ein Paragneis unbestimmten Alters, der durch einen jüngeren Granit (400ma), (der im Zentrum des Gneises liegen müsste), in situ und unter Erhaltung seiner Struktur, granitisiert wurde. Das gemessene Alter wäre somit ein Mischalter.

17.30 Regenbogen im Süden

17.33 Weiterfahrt

Aufschluss 11.6 entfällt, da der Fußweg für die fortgeschrittene Zeit und das schlechte Wetter zu weit gewesen wäre.

18.09 Ankunft in der Jugendherberge Ullapool

Protokoll von 02.09.86

Protokollant: Ralf F. Hermannsdörfer

Führung: **Prof. E. K. WALTON**

Die Nacht vom 01.09. zum 02.09. wurde in der Jugendherberge Ullapool verbracht.

06.30 Langsames Erwachen der Exkursionsteilnehmer. Den Anfang macht wie immer Thomas Pürner, welcher ein manischer Frühaufsteher ist,

07.30 Frühstück der Exkursionsteilnehmer

09.25 Eintreffen der Exkursionsleitung und anschließend Vorbesprechung der zu besprechenden und zu besuchenden Lokalitäten.

Wir hatten am Tag zuvor wenige km E' von Ullapool die Moine Thrust. überschritten. Diese verläuft NNW-SSE. Sie trennt den NNW-Teil Schottlands vom Rest ab. Der abgetrennte Teil gehört geologisch zu Amerika. Unser Standort liegt S' des Assynth-Windows (geologisches Fenster).

Es folgt dann noch eine kurze Erklärung der Fahrtroute an die Fahrer, um im Falle einer kleinen Irrfahrt, welche immer im Bereich des Möglichen lag, ein gewisses Maß an Orientierung auf Seiten der Fahrer zu garantieren.

09.45 Abfahrt von der Jugendherberge nach Inver

10.45 Ankunft der Exkursionsteilnehmer

10.50 Abmarsch entlang der Straße, auf der wir gekommen waren. Die folgenden Aufschlüsse lagen alle an der beschriebenen Straße.

Lokalität 12.1 - Prof. Walton weist darauf hin, dass wir uns **in Amerika** befinden.

Am Straßenrand in Marschrichtung links anstehend dichter Dolerit, welcher zu Epidiorit metamorphisiert worden war. Augite sind in Resten vorhanden, jedoch meist zu Hornblende umgewandelt.

Aus praktischen Gründen wird beschlossen, dass man die Reihenfolge der Aufschlüsse vertauscht und das restliche Tagesprogramm "top-down" absolviert.

Es folgt ein Fußmarsch von ca. 3 km entlang der Straße.

11.45

Lokalität 12.10

Am Straßenrand anstehender granatführender Gneis. Das Gestein ist von ultrabasischen Gängen (Dykes) durchsetzt, welche pyroxenführend sind. Die Gesteinsoberfläche ist stark verwittert. Neben Granaten (Almandin-Vermutung) ist noch eine sulfidische Vererzung zu erkennen. Hierbei handelt es sich vermutlich um Chalkopyrit. Im Gestein ist die für Gneis typische, helle Bänderung deutlich zu erkennen. Prof. Walton bemerkt, dass die im Gestein anstehenden Augite umgewandelt sind und daher im Dünnschliff deutliche Reaktionsäume mit unverändertem Kern zeigen.

Laut Prof. Walton halten sich die folgenden Lokalitäten nicht mehr an den Exkursionsführer.

Lokalität 12.x1; Gneis neben der Straße anstehend

Deutliche Bänderung und sulfidische Vererzung sind zu erkennen. Die Granate könnten nach einer Vermutung von Prof. Schwab die Zusammensetzung Pyrop bis Almandin haben.

Lokalität 12.x2; neben der Straße anstehend

Das Gestein zeigt hier den Übergang Gneis - Granulit, was auf eine Krustentiefe von 30 - 50 km schließen lässt (Prof. Bausch). Darauf entspinnt sich zwischen den Professoren Bausch und Schwab eine Diskussion über die Bedingungen, die in einem System herrschen müssen, damit der Übergang Gneis - Granulit stattfindet.

Lokalität 12.x3; Gneis neben der Straße anstehend

Die Streifung im Gneis wird hier wesentlich enger, was auf hohe Scherkräfte schließen lässt. Laut Prof. Walton bestehen einige der Scherzonen aus reinem Tremolith.

Lokalität 12.x4

Die Gneise enthalten hier große, nicht eingeregelt, in 2. Generation gebildete Hornblenden. Diese Gneise müssen jünger sein als die vorher beschriebenen, da die Scherzonen nicht mehr in dieser Deutlichkeit ausgebildet wurden. Es ist eine leichte Fältelung zu beobachten.

Lokalität 12.x5; an der Straße anstehend

Eingeregelter Gang, ursprünglich Amphibolfels, Mg, Fe-reich, wahrscheinlich gemeine Hornblende. Bemerkung von Prof. Bausch: Handsome Rock.

Lokalität 12.x6; an der Straße anstehend

Gang bei dem keine Regelung zu erkennen ist. Es muss sich demzufolge um ein Intrusionsereignis späteren Datums als das oben beschriebene handeln.

Lokalität 12.8 (siehe Exkursionsführer); 500 m flussaufwärts

Canisp-Porphyr mit großen Ägirin- und Albit-Einsprenglingen. Landschaftlich einer der beeindruckendsten Aufschlüsse der Exkursion.



Aufschluss XY: Isle of JURA, Pure Malt

12.54 Mittagspause bis 14.00

14.10 Abfahrt an die Küste bei Stoer

Nachdem am Vormittag hauptsächlich lewisische Gneise betrachtet wurden, stehen am Nachmittag torridonische Sandsteine auf dem Programm.

14.25 Lokalität 12.11; torridonische Gesteine

An dieser Lokalität war ein ca. 10 m mächtiges Konglomerat zu sehen, welches allerdings relativ kantige Komponenten enthielt. Dieses Konglomerat liegt diskordant über den lewisischen Gesteinen. Es kann als Molasse-Typ angesprochen werden. Das Alter wurde mit 500 Ma bestimmt. Es liegt also ein Hiatus von ca. 900 Ma vor. Dieser Hiatus kann möglicherweise durch wiederholte Hebungen, Erosion und Senkung des Gebietes erklärt werden. Die Zeitlücke würde dann von möglicherweise im Konglomerat enthaltenen und nicht näher bestimmten Bruchstücken geschlossen werden.

Lokalität 12:13; torridonischer Sandstein

Es handelt sich hierbei um ein Flachwassersediment mit fossilen Regentropfenspuren und Trockenrissen. Ebenso wurden dünne Linsen von organischen Materialien gefunden. Eine Bank enthält fossile Wurmbauten.

In diesem Abschnitt bittet Prof. Bausch um Nachsicht mit Prof. Walton, der sich im Laufe seiner Ausführungen in ein wahres Sandsteinfurioso hineinsteigert.

Die weiteren Aufschlüsse halten sich wiederum nicht an den Exkursionsführer, sondern reihen sich in zeitlich und räumlich nicht differenzierter Folge aneinander.

Im Weiteren waren dann Dünenstrukturen, tonige Lagen und ebenso Lagen mit vulkanischen Lapilli zu sehen. Ein Horizont (der einzige in der ganzen Gegend) enthielt ebenso proklitische Fragmente.

Lokalität 12.14; torridonischer Kalkstein Die Mächtigkeit dieser Bank betrug etwa 15 cm.

17.15 Massive Luftangriffe durch sog. Highland-Midgits.

Ob dieser impertinenten Belästigung erging der Beschluss auf den Besuch weiterer Sandsteinaufschlüsse zu verzichten. Es folgte demzufolge der Aufbruch in Richtung Ullapool.

17.34 Fotostop

Aufgenommen wurden: ein Gruppenfoto durch Herrn Preißinger, ferner Mount Canisp, Mount Sullivan und Cull More.



18.01 Kurzer, außerplanmäßiger Halt auf dem Weg nach Ullapool

Torridonische Schichten sind aufgeschlossen. Das Basalkonglomerat war an dieser Stelle ein 0.5 - 2 m mächtiger, sehr grober Sandstein mit großen Einsprenglingen. .

18.11 Erneuter Halt an der Straße nach Ullapool

Zu sehen sind sog. Pipe-Rocks, die ihren Namen wegen der enthaltenen Spurenfossilien namens Skolithus haben. Im Weiteren waren dann noch sog. Fucoide-Beds zu betrachten, welche ihre Entstehung allerdings, wie man heute weiß, einem Fossil namens Planolithos verdanken und nicht wie vorher vermutet durch Algen zustande kamen. Vom Standplatz aus war dann noch der Schuppenbau im Exkursionsgebiet des nächsten Tages gut zu sehen.

Mach weiteren heftigen Mückenangriffen wurde die Rückfahrt nach Ullapool dann endgültig angetreten.

19.16 Ankunft an der Jugendherberge in Ullapool

Ab 19.16 freier Abend wie immer.

Halbtagesprotokoll vom 13. Geländetag (03.09.1986)

Protokollant: Cand. min. Werner ROST

Führung: **Prof E. K. WALTON**

09.15 Vorberechnung in der Jugendherberge Ullapool

Dabei übergibt E. K. WALTON den Exkursionsteilnehmern einige Exemplare des von der Geologischen Gesellschaft Edinburghs herausgegebenen Führers:

Edinburgh Geological Society (1937): Geological Excursion Guide to the Assynt District of Sutherland, Edinburgh 1937.

09.30 Abfahrt zum geologischen Lehrpfad des Naturpark Knockan

Der Naturpark Knockan ist Teil des Inverpolly National Nature Reserve. Er befindet sich NE von Ullapool etwa 16 km SW von Inchnadamph.

10.05 Lokalität 13.1. (Vgl. Führer S. 44)

Am Beginn des geologischen Lehrpfades des Knockan Cliff ist in einem Ausstellungsraum Fauna, Flora und Geologie des Naturparks dargestellt. Dort erhält man unter anderem auch ein Erläuterungsheft zum geologischen Lehrpfad. Im gesamten Bereich des Lehrpfades ist das Klopfen an den Aufschlüssen verboten, eine Probenahme ist daher nicht möglich.

Die strukturelle Abfolge des Zentrums des Assyntfensters von W nach E ist im Führer in der Abb. 13.1 b. schematisch dargestellt. In den Abb. 13.1 a. sieht man den durch Überschiebung entwickelten Schuppenbau und die Bildung des Assyntrückens durch Herausschiebung eines Schichtpaketes aus dem Untergrund und anschließende horizontale Verschiebung veranschaulicht.

11.45 Weiterfahrt nach N in Richtung Inchnadamph

12.10 Lokalität 13.4. (Vgl. Führer S. 44)

Am "Stronechrubie"-Felsen E der Straße zum N gelegenen Inchnadamph stehen horizontal gelagerte Kalksteine der "Durness"-Carbonate an. Die "Sole"-Störung und die darüber verlaufende Schuppenzone sind deutlich zu erkennen.

12.25 Lokalität "Inchnadamph" SW von Loch Assynt (Nicht im Führer beschrieben!)

Hier stehen die zwei Kalke der "Durness"-Gruppe an, der dunkel gefärbte Kalkstein der "Ghrudaid"-Stufe und der helle Kalkstein der "Eilean Dubh"-Stufe.

13.14 Weiterfahrt zur Lokalität 13.5.

13.30 Lokalität 13.5. (Vgl. Führer S. 44)

Besuch des Denkmals der Geologen B. N. PEACH und J. HORNE, die als erste die Struktur des Assyntgebietes beschrieben.

13.45 Mittagspause am Loch Assynt

Protokoll von 03.09.1986., Nachmittag

Protokollantin: Sonngard Röhm

Führung: Prof. Dr. E.K. WALTON

14.32 Ende der Mittagspause

Fahrt von Loch Assynt in Richtung N (Unapool)

14.45 Lokalität 13.7: Unapool an der W-Seite von Loch Glencoul

An dieser Lokalität ist in den Hängen der Berge um das Loch Glencoul die Überschiebung des Vorlandes durch das Lewisian der Kaledoniden erschlossen. Die unterste Deckeneinheit ist die Glencoul Nappe, die aus Lewisian, Torridonian und Gesteinen des Kambrium aufgebaut ist. Zwischen dem Kambrium und den älteren Einheiten ist eine Winkeldiskordanz entwickelt, so dass stellenweise das Torridonian fehlt und das Kambrium direkt auf dem Lewisian liegt.

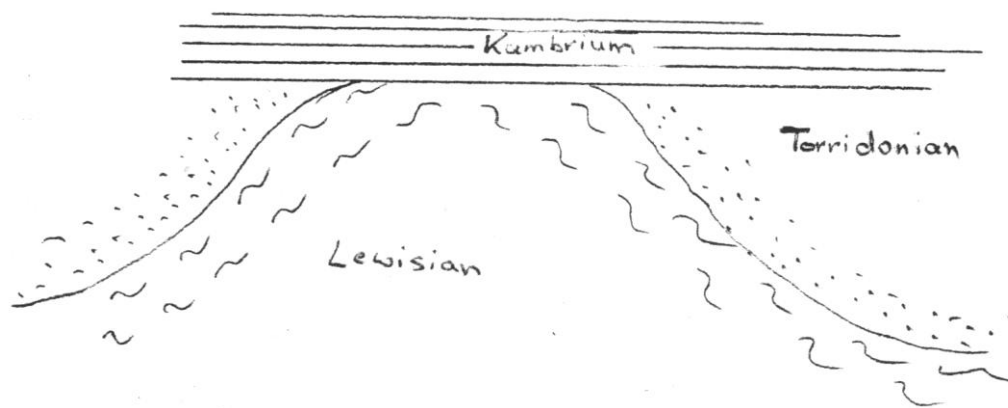


Abb.8: Winkeldiskordanz zwischen Präkambrium und Kambrium

Entstanden ist diese Diskordanz durch präkambrische Faltung und anschließender Entwicklung einer kambrischen Peneplain auf die wiederum Kambrium transgrediert. Durch diese tektonische Geschichte fallen teilweise innerhalb von 3 km Entfernung Torridonian-Sandsteine mit 600 m Mächtigkeit aus. Schuppenstrukturen innerhalb der Glencoul Nappe sind nur an der Engstelle zwischen Loch Glencoul und Loch Beag (siehe Exkursionsführer Abb. 13.2) entwickelt. Im Hangenden der Glencoul Nappe folgen Moine Thrust und Moine Nappe.

15.08 Wende und Rückfahrt Richtung S

15.30 Lokalität 13.3 Loch Awe Quarry bei Ledmore Junction

In diesem Steinbruch stehen "Furoid"-Beds (Unteres Kambrium) an, die durch eine ungewöhnlich große Anzahl von Trilobiten gekennzeichnet sein sollen. Die Exkursionsteilnehmer konnten jedoch keinen einzigen finden, stattdessen wurden Calcitdrusen gesichtet.

16.20 Weiterfahrt Richtung Ullapool

16.25 Lokalität 13.2 Straßenaufschluss bei Elphin

Hier stehen kambrische Durness-Dolomite der Sole Nappe an, in die mafische Sills eingedrungen sind. Der gesamte Aufschluss ist durch die Nähe zur liegenden Sole Thrust tektonisch stark verschuppt. Daher sind die Gesteine hier stark verwittert, so dass es schwer fällt frische Sillstücke zu finden!

16.38 Weiterfahrt bis Ullapool, am Ortseingang links ins Tal des Ullapool River

16.55 Lokalität 13.9 Profil im Ullapool River Valley

In diesem E-W verlaufenden Tal ist eine kleine Ausgabe des Assynt-Fensters erschlossen. Das Profil musste von den Exkursionsteilnehmern selbständig erarbeitet werden.

Dieses Profil beginnt im W .mit Torridonian-Sandstein des Vorlandes und endet im E an der Moine Thrust.

Von East:

- Moine Thrust (in den Grashängen sehr schlecht erschlossen)
- Ben More Nappe mit lewisischen Gneisen, Torridonian-Sandstein und kambrischen Sedimenten
- Ben More Fault (einfallen 45-50 ° SE)
- Schuppenzone mit Lewisian und Moine
- verfaltete Kalke der Durness Group
- Salterella Grit (Cinderella Grit; Copyright: Motzet 1986)
- Fucoïd Beds
- Pipe Rock (Dieser Quarzit hat seinen Namen von markanten senkrechten Wurmbauten.), die Mächtigkeit beträgt ca. 60 m.
- laminierte Flachwasser-Quarzite mit ca. 60 m Mächtigkeit
- Abschiebung
- Torridonian-Sandstein des Vorlandes mit vielen Feldspäten und wenigen großen Quarzen

Nach West.

18.15 Ende des Profils

18.31 Ankunft an der Jugendherberge Ullapool

Protokoll von 04.09.1986, Vormittag

Protokollantin: Sonngard Röhm

Führer: Prof. Dr. E.K. WALTON

- 09.15 Abfahrtbereit vor der Jugendherberge, Warten
 09.35 Abfahrt Richtung Ledmore Junction
 09.57 Bei Ledmore Junction abgebogen in Richtung N
 10.01 Halt an Lokalität 13.3

Prof. Walton sucht Lokalität 14.1

- 10.09 Wende und Fahrtrichtung S
 10.12 Lokalität 14.1

Dieser Aufschluss befindet sich im Loch Borolan-Komplex, einem stark differenzierten Alkalisyenit. Dieser Magmenkomplex ist in die Gesteine der Sole Nappe intrudiert. Im Liegenden des Lakkoliths treten Ultramafite auf. Zum Hangenden hin werden die Gesteine immer saurer, so dass sogar freier Quarz auftritt.

Am südlichen Ende des Strassenaufschlusses ist ein hellroter Magmatit, der sogenannte Ledmorit (Locus typicus) erschlossen. Bei diesem handelt es sich um einen mittelkörnigen Syenit mit Melanit und Ägirin in einer Grundmasse aus Nephelin und Kalifeldspat.

Am nördlichen Ende des Ausbisses steht Durness-Kalk an, der kontaktmetamorph in einen weißen, zuckerkörnigen Marmor umgewandelt worden ist. Auf Störungsflächen in diesem Marmor treten feine Asbestfilme auf.

Lokalität 14.2

Am Kontakt zwischen dem Ledmorit und Marmor enthält letzterer hellgelben Brucit ($Mg(OH)_2$). Der kontaktmetamorphe Saum beträgt ca. 50 m.

- 11.07 Weiterfahrt in Richtung Gykel Bridge (A 837)
 11.13 Lokalität 14.3 Aultivullin Quarry (nördlich der Straße)

Bei den hier erschlossenen Magmatiten handelt es sich um einen Borolanit. (Locus typicus). Dies ist ein grobkörniger melanit- und nephelinführender Syenit. In einer grauen feinkörnigen Grundmasse liegen große Kristalle von Melanit und Ägirin, weiße Orthoklasaggregate, sowie Pseudomorphosen nach Leucit vor. Es treten auch große Xenolithe auf. Auf Adern im Borolanit sitzen reichlich hellblaue Sodalithe.

11.48 Weiterfahrt

12.04 Lokalität 14.4 Oykel Bridge *

Im und am Fluss wurden neben **springenden Lachsen** auch Moine Schists gesichtet. Letztere sind hier kreuzgeschichtete, gering metamorphe Quarzite. In diesen sind NW-SE streichende, horizontal liegende Mullion-Strukturen entwickelt. Bei den Mullions handelt es sich um parallel zur Faltenachse angeordnete langgestreckte Formen.

12.31 Mittagspause und Ende des Protokolls

Protokoll vom 04.09.86, nachmittags

Protokollant: Frank Schmidt

Führung: Prof. Walton

- 13:23 Ende der Mittagspause
 13:23 bis 13:30 Übersichtsbesprechung des Rogart Districts

13:30 Abfahrt
14:08 Lokalität: Ortschaft Muie

Im Rahmen einer kurzen Fußwanderung erkundeten wir NW des Dorfes Muie einen Granitpluton.

Bemerkenswert ist eine erste Granitintrusion, gefolgt von einer Appinitintrusion. In einer dritten Phase intrudierte wiederum ein Granit; er erscheint als ein aderförmig verzweigtes Gangsystem.

Die Umgebung ist punktuell mit den vorgenannten Appiniten durchsetzt, wobei zu bemerken wäre, dass der brekziierte Appinit in Zusammenhang mit einer Art Gasströme vulkanischer Herkunft zu bringen ist (Zitat: "some sort of volcanic gas fluxes").

Begriffserläuterung: Appinit

Eine Gruppe grobkörniger magmatischer Gesteine, im Charakter den Syeniten, Monzoniten oder Dioriten ähnlich; jedoch reicher an Fe- Mg-haltigen Mineralen, z.B. Hornblenden, Biotit, gelegentlich Pyroxen. Der Begriff wird von dem "Appin district of Argyllshire, Scotland" abgeleitet. Er kann u.U. durch Bezeichnungen wie Mela-Syenit, Mela-Diorit usw. ersetzt werden (aus: Dictionary of Geology, S. 29).

15:10 Rückkehr zu den Kleinbussen
15:20 bis 16:35 Weiterfahrt
15:38 bis 16:00 Einkaufspause
16:35 Lokalität: Portgower, Shore at the "Fallen Stack"

Zunächst erfolgte die theoretische Besprechung einer anderen Lokalität. (N¹ Bank of River at North Brora Muir) die aus Zeitgründen nicht mehr besucht werden konnte. In Brora wurde zu früheren Zeiten jurassische Kohle, eine Deltabildung, abgebaut. Eine marine Transgression, zeitlich bis ins Kimmeridge reichend, zeichnet sich durch dunkle Schiefer mit einem hohen Anteil an organischen Stoffen aus. Der hangende Sandstein bildet normalerweise ein ausgezeichnetes Speichergestein, kann jedoch sein Porenvolumen durch Zementation gänzlich verlieren.

Doch zurück zur Lokalität Portgower.

Grob laminierte, dunkle Schiefer enthalten sog. boulder beds, d.h. allochtone Blöcke mit Durchmessern von ca. 1m oder kleiner. Der größte Block ist der o.g. "Fallen Stack" mit etwa 30 m, zusammengesetzt aus Sedimentmaterial des Old Red. Die anderen, kleineren Blöcke bestehen aus Sandsteinen des Mittel-Devon und fossilreichen jurassischen Kalken.

17:15 Abschluss, anschließend Fahrt zur JH Carbisdale Castle

Anmerkung des Bearbeiters:

-> Anschließend Exkursionstage 19 und 20: Besuch der Whisky-Brennerei (mehr als 1 mio Liter im Lager!), Eva Kühn im Krankenhaus, Traprain Law (siehe Schellhorn), wirklich **letzte Fahrt** der „Jupiter“, Heimfahrt auf der Autobahn in Gedanken an eine unvergessliche Erfahrung.