

EXKURSION B

Ueber Feldkirch nach Liechtenstein, via Vaduz nach Gaflei und Kulm (Helvetikum, Flysche, Falknis- und Sulzfluh-Decke, Arosa-Zone, Schollen der Lechtal-Decke).

von Franz ALLEMANN*)

E i n f ü h r u n g :

Die Liechtenstein-Exkursion berührt einen wesentlichen Abschnitt eines der bestaufgeschlossenen Deckenquerprofile der Alpen.

Fig. 2 zeigt schematisch die Uebereinanderfolge der tektonischen Einheiten im Exkursionsgebiet.

Helvetische Decke (Säntis-Decke): Die Hangneigung der Gebirge westlich des Rheins entspricht generell dem Axialfallen der Säntis-Deckfalten. Die Kreide-Decke, die auf die Länge Liechtensteins W des Rheins unter die Rheintalalluvionen eintaucht, erscheint nochmals im SW-NE streichenden Schellenberg-Gewölbe und setzt sich im Faltengebirge über Feldkirch hinaus nach NE fort.

Liebensteiner- und Feuerstätter-Decke sind im Liechtenstein-Querschnitt verdeckt. Sie sind im Vorarlberg und W des Rheins als Relikt in der Grabser Mulde aufgeschlossen.

Flysch-Decken und -Schuppen:

oben	Triesen-Flysch Vaduzer Flysch Gaschlö-Serie (bilden wahrscheinlich eine grössere Einheit, die in sich tektonisch verschuppt ist)
unten	Uentschen-Decke (= Südliche Vorarlberger Flyschzone)

Weiter südlich folgt der Prättigau-Flysch, der nach N rasch auskeilt. Die Zusammenhänge mit den obgenannten Flyscheinheiten sind noch nicht hinreichend geklärt.

Uentschen-Decke: In Liechtenstein ist der Anteil der Schwabbrünnen-Serie (= Reiselberger Sandstein) bis Fanöla-Serie (= Bleicherhorn-Serie) von Turon-Maastricht-Alter aufgeschlossen.

*) Anschrift des Verfassers: Prof. F.ALLEMANN, Geol. Inst. Univ. Bern, Baltzerstrasse 1, CH-3012 Bern

Ueberlagert wird die Uentschen-Decke von einer Einheit (Liechtenstein-Flysch), die in sich verschuppt ist und deren Zusammenhänge durch die Bergstürze von Triesenberg verdeckt sind. Immerhin weisen Alter und sedimentologische Entwicklung auf eine normalstratigraphische Einheit hin von Senon-Paleozän-Alter (Paleozän im Dach des Triesen-Flysches, nach dem Fund von B. Schwizer, unveröff. Dipl. 1975). Diese S-fallenden Flyscheinheiten keilen zwischen helvetischem Fläscherberg und Falknis-Decke tektonisch rasch aus. Sie münden an der Luziensteig nach S hin in dieselbe tektonische Kerbe, in welche nach N der Prättigau-Flysch ebenfalls auskeilt. Der Kontakt ist leider nirgends aufgeschlossen.

Die nächsthöhere **Falknis-Decke** beinhaltet fast ausschliesslich Turbidit-Serien (Trias-Unt.Eozän). Sie bildet im südlichen Liechtenstein eine gewaltige Basis- und zwei höhere, geringmächtige, etwas im S zurückgestaffelte Deckfalten. Aus der oberhalb von Triesen rasch und spitz stirnenden Deckfalte sind geringe, jedoch charakteristische Maastricht-Couches rouges und Tertiär-Flysch an der Basis der oberostalpinen Heubühl-Scholle (Lechtal-Decke) weit nach N verschleppt worden. Diese abgerissenen und verschleppten Späne sind am Bargellajoch ausgezeichnet aufgeschlossen.

Die nächsthöheren Einheiten weisen einen völlig anderen tektonischen Stil auf: keine Spur mehr vom enorm verfalteten Unterbau der Falknis-Decke. Es sind unter sich parallel gelagerte, zerbrochene, in sich gelegentlich verschuppte Schollen der Lechtal-Decke, die unterlagert sind von einem Polster der Arosa-Zone. An deren Basis sind an einigen Stellen noch dünnmächtige Späne der Sulzfluh-Decke mitverschleppt worden, deren nördlichste bis ins Bargella-Gebiet reichen.

Die Relikte der **Sulzfluh-Decke** umfassen in Liechtenstein Granit, ?Dogger, Malm, Couches rouges und Flysch.

Die **Arosa-Zone** beinhaltet ein Sammelsurium von Sedimenten diverser Fazies und wenige Relikte von Kristallin und Ophioliten. Die Sedimente (?Karbon-Cenoman) stammen aus verschiedenen Ablagerungsräumen. Mehrheitlich handelt es sich um penninische Gesteine. Arosa-Zonen-Gesteine finden sich als Gleitpolster an der Basis einer jeden oberostalpinen Scholle oder Schuppe der Lechtal-Decke.

Die **Lechtal-Decke**, gekennzeichnet durch Schollen- und Schuppenbau mit Bruchtektonik, beinhaltet in Liechtenstein ausschliesslich eine Trias-Abfolge von Buntsandstein bis Hauptdolomit. Die recht eigenartige Aufschiebung der sehr einfach gebauten Heubühl-Schönberg-Scholle im S auf die verschuppte Drei-Schwestern-Galinakopf-Scholle im N, die beide auch faziell nicht zusammenpassen, lässt vermuten, dass die entsprechenden Streifen im Ablagerungsraum durch eine erkleckliche Lücke voneinander getrennt waren.

Die **glazialen Ablagerungen** und Spuren sind gekennzeichnet durch den würmzeitlichen Rheingletscher, der die Wasserscheide ins Saminatal nie überschritten hat; durch den Illgletscher, der im Saminatal bis in die Nähe von Steg eindrang und durch die Lokalgletscher in den Seitentälern.

Die postglazialen Bergstürze von Triesenberg, die an die 500 Mio. m³ Material umfassen, weisen ein Alter von min. 8500 Jahren \pm 100 J.v.h. und weniger als 12000 J.v.h. auf (Holzdatierung in der Mitte des über 80m tiefen Bergsturzschnittes im Zentrum von Triesenberg).

Exkursion:

- Halt 1:** Fahrt Dornbirn - Feldkirch - Grenzübertritt bei Schaanwald (Fig. B1, B2, B3) - Bendern am SW-Ende des Schellenbergs. Kurze Orientierung bei der Kirche.
- Halt 2:** Würmeiszeitlicher Gletscherschliff in den Knollen-Schichten an der stark exponierten SW-Ecke des Schellenbergs (unter Naturschutz).
- Halt 3:** Beim Gasthaus an der Strasse SW unterhalb der Kirche ist W des Hauptgebäudes die Grenze Gamser Schichten/Brisi-Sandstein aufgeschlossen. Oestlich des Gebäudes ist der Kontakt Brisi-Schichten (Gaultfazies)-Aubrig Knollenschichten (seewerähnliche Fazies) aufgeschlossen. (Unter Naturschutz. Das Detailprofil wird am Aufschluss verteilt. Hammer im Car lassen!)
- Halt 4:** Vorbeifahrt an der Drumlin-Landschaft bei Eschen bis zum aufgelassenen Steinbruch der Typlokalität des Schwabbrünnen-Sandsteins (= Reiselberger Sandstein, ?Turon-Unt. Senon). Die etwa 60m hohe Wand schliesst eine grobgebankte Sandstein-Turbidit-Abfolge auf, mit graublauen, glimmerreichen Quarzsandsteinen, die bräunlich verwittern. Kristallinkomponenten überwiegen gegenüber solchen von Dolomit und wenig Kalk. Die an der Basis oft schwach gradierten Bänke (überwiegend Bouma a-, wenig b-, nicht selten c-Intervalle) führen an der Basis Pflanzenhäckel und Tongallen. Unterflächenmarken weisen auf NE-SW-Transport hin. Turmalin dominiert das Schwermineralspektrum. Im Gegensatz zu den übrigen Serien der Uentschen-Decke ist der Apatit-Granatgehalt hoch. Sehr seltene, schlecht erhaltene Globotruncanen weisen auf Turon-Unt. Senon-Alter hin. Schwaches "channelling" ist in der Wand gut zu erkennen. Die Hangendserien entsprechen jenen im Vorarlberg und werden auf der Liechtenstein-Exkursion nicht besucht.
- Halt 5:** Eingangs Vaduz Abzweigung - vorbei an Aufschlüssen der Schloss-Serie (Liechtenstein-Flysch) - Richtung Schloss. Kurzer Halt, ohne auszusteigen. Auf der Weiterfahrt Richtung Triesenberg kurzer Halt zwischen H. 5 und 6 bei einem Aufschluss der Eichholtobel-Serie (Liechtenstein-Flysch). Die genannten Serien von ?Turon-Senon-Alter sind kaum vergleichbar mit altersäquivalenten Abschnitten des Vorarlberg-Flysches. Das SM-Spektrum

wird von Turmalin dominiert. Im Gegensatz zum Vorarlberg-Flysch führen die beiden genannten Serien des Vaduzer Flysches keinen Granat. Allerdings darf daraus nur mit Vorbehalt auf eine Herkunft aus verschiedenen Becken geschlossen werden.

Halt 6: Nach langsamem passieren (ohne anzuhalten) der Grenze Flysch-Arosa-Zone kurz vor dem Halt 6 an der Basis der südwärts auskeilenden Schuppe 1 der Drei Schwestern-Gallinakopf-Scholle parkieren wir bei Halt 7 und gehen zu Fuss zurück zu Halt 6. Hier sind tektonisierte Cenomanbrekzien (mit Rotalipora in der Matrix und zahlreichen hellen Calpionellen-führenden Kalkkomponenten) aufgeschlossen, überlagert von einem dünnen Polster von Rheinmoräne, welche ihrerseits von den Randpartien der Triesenberger Bergstürze überschüttet ist.

Halt 7: Am Rande der Triesenberger Bergstürze bietet sich ein guter Ueberblick über die grosstektonischen Einheiten und das Bergsturzgelände. Im Zentrum von Triesenberg wurde 1976 in über 80m Tiefe in Kernbohrungen der Flyschsockel erreicht. In 44m Tiefe fand sich Holz, das ein C^{14} -Alter von 8550 ± 100 J.v.h. aufweist. Das nach verschiedenen Kriterien kartierte Bergsturzgelände (Zusammensetzung und Ausdehnung der mono- und polymikten Schuttströme; primär verstürzte, sekundär oder tertiär verrutschte Massen \pm konsolidierte oder aktiv rutschende Partien; Steilheit; Wasserführung u.a.) wurde in einer Risikokartierung 1:5000 (F.A., 1977) über die gesamten Bergsturzgebiete der Gemeinde Triesenberg und die Sackungsmasse von Silum kartenmässig festgehalten.

(Fig. B4A, B4B, B5.)

Von Halt 7 aus lässt sich auch klar das Doppelband der hellen Malmkalk der Sulzfluh-Decke, die steilen Anrisse der Arosa-Zone darüber und die Basis des oberostalpinen roten Sandsteins der Heubühl-Scholle verfolgen. Was unter der nach S in die Luft austreichenden Sulzfluh-Decke die südlich anschliessenden hohen Berge aufbaut, sind ausschliesslich die Gesteine der Falknis-Decke. Leider lassen sich auf einer Tagestour entweder nur die Turbiditserien der Falknis-, oder dann die anderen Decken (ohne die Serien der Falknis-Decke) studieren. Wir fahren bergwärts über Triesenberg durch Gemischtschutt und monomikte Blockströme im Bergsturzareal nach Masescha, das in der Narbe zwischen der Drei Schwestern- und der von S aufgeschobenen Heubühl-Scholle liegt.

Halt 8: Auf einem kurzen Spaziergang auf dem Strässchen, das oberhalb der Kapelle nach S führt, erblickt man über dem Weg, an der Basis der überschobenen Heubühl-Scholle den mitgeschleppten, leuchtend hellen Malmkalk der Sulzfluh-Decke. Auf wenige hundert Meter Distanz quert man südwärts moränenüberdeckten Flysch, der scharf gegen die Muschelkalk-Blockströme abgegrenzt ist, die aus der zerfallenden Sackungsmasse von Silum losgebrochen sind. 50m über dem Weg sieht man die Schichtköpfe des etwa 200m nach unten versetz-

ten Muschelkalks der Sackung und nach wenigen Schritten erreicht man am Weg im Wald einen kleinen, aufgelassenen Steinbruch im groben Blockwerk, in welchem die Basis der Reiflinger Schichten angeschlagen werden kann. Zurück zum Car. Nach mehreren Spitzkehren erreicht man - unter dem Fercheneck-Dolomit durchfahrend, der als mächtiger Span in Arosa-Zonen-Gesteinen schwimmt - den Parkplatz des Hotels Gaflei.

Halt 9: Mittagsverpflegung je nach Wetter aus dem Rucksack oder im Restaurant.

Halt 10: Bequeme Wanderung von Gaflei Richtung Bargellajoch. Nach ca. 20 Minuten erreichen wir nach Querung einer kaum aufgeschlossenen Flyschzone die ersten Arosa-Zonen-Gesteine mit cenomanen Brekzien. Zwar ist diese über 50m mächtige turbiditische Serie von Brekzien, Mergel und Tonschiefer unter dem Grat bei Punkt 1795 in einem steilen Anriss gut aufgeschlossen, aber auf unserer Exkursion nicht begehbar, weshalb wir einen kleinen Ausschnitt derselben weiter unten ansehen.

Dem Weg wieder aufwärts folgend, erreichen wir bei P. 1604 die "Bargella-Brekzie", ein herauswitternder Klotz einer groben Dolomitbrekzie mit seltenen radiolaritähnlichen, teils roten Hornsteinen (bislang ohne Radiolarien) unbekanntes Alters. Ein zweiter herauswitternder Klotz derselben Lithologie lässt sich südlich oberhalb der Sennhütte im Wald erkennen. Die Brekzie ist identisch mit entsprechenden Varietäten der "Bettlerjoch-Brekzie" (bei der Pfälzerhütte, zwischen oberem Saminatal und Gamperdonatal). Beide dürften - nach Funden extrem seltener Calpionellen in einigen Komponenten der Bettlerjoch-Brekzie zu schliessen - desselben kretazischen Alters sein. (Artikel von F. Allemann und U. Furrer in Vorbereitung). In der nächsten Spitzkehre des Weges nach dem Brekzien-Aufschluss ist an der Basis des mächtigen Fercheneck-Dolomits noch ein geringmächtiges verschupptes Paket von "Partnachschiefern und Muschelkalk" zu sehen, das jedoch nicht derart der Fazies der entsprechenden Heubühl-Schollen-Serien entspricht, um als tektonischer Span derselben zu gelten. Offensichtlich handelt es sich um ein eingespiesstes Triaspaket in der Arosa-Zone, das wohl zusammen mit dem Fercheneck-Dolomit, der im Zentrum vadose Pisolithe aufweist, mitgeschleppt wurde.

Zwischen dieser Spitzkehre und der Sennhütte folgen sich eine Reihe kleiner, jedoch charakteristischer Aufschlüsse geringmächtiger Linsen: zunächst Verrucano - (10m darüber aufgeschlossen die nach unten leicht auskeilende Cenoman-Brekzien-Serie) - glaukonitische Flysch-Sandsteine und -Schiefer - nach oben auskeilender Klotz der Bargella-Brekzie - laminiertes Flysch der Falknis-Decke - Paleozän-Flysch mit Feinbrekzien der Sulzfluh-Decke mit aufgearbeiteter Maastricht-Globotruncanen-Fauna zusammen mit Globorotalien (mit der Lupe erkennbar) - stark

rekristallisierter Flysch vor der Sennhütte und Vaduzer Flysch unbekannter Zugehörigkeit und Alters direkt hinter der Sennhütte. Weiter nördlich folgt, von Schutt verdeckt, die steil südwärts unter die obgenannten Relikte einfallende, die Schichtköpfe schief abschneidende Fläche des Hauptdolomits der Drei Schwestern-Scholle.

Dieselbe Abfolge wird unter dem Grat - fast kontinuierlich, jedoch nur in steilen, auf einer Exkursion nicht zu begehenden Anrissen - angetroffen. Hier sind alle Schichtglieder besser erhalten, weniger tektonisiert, mit mächtigeren und leichter zuzuweisenden Schichtpaketen zu verfolgen.

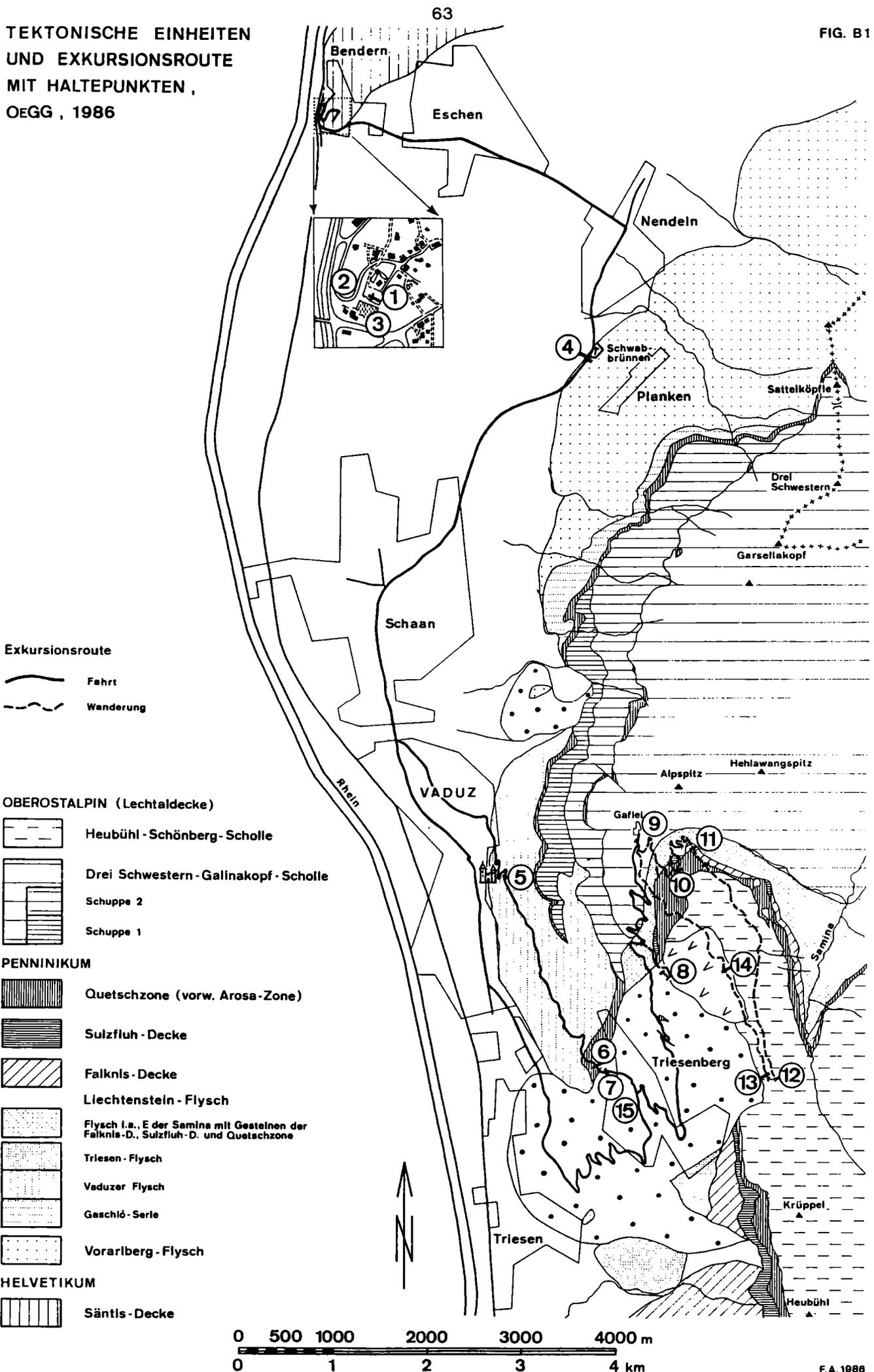
Zwischen Halt 10 und 11:

Oberhalb der Sennhütte zweigt ein kleiner Pfad vom Weg zum Joch ab. Er führt zum Kreuzle bei der Lattenhöhe (P. 1692). Ihm entlang wird ein Teil der Gratserie begangen. Hier sind - am Grat selbst nicht beobachtbar - die verschuppten Kleinpakete der höheren Arosa-Zone zwischen der Cenomanbrekzien-Serie und der Ueberschiebungsfläche der Heubühl-Scholle (mit Relikten von Buntsandstein an der Basis auf dem Grat) aufgeschlossen. Ein buntes Durcheinander von Cenomanbrekzien, Mergel mit *Rotalipora cf. cushmani*, dunkle Schiefer, Quarzit, Verrucano-Konglomerate und -Sandsteine, "Aptychen-Kalk" mit Calpionellen, Radiolarit, Quarzit-Dolomit-Brekzie mit Gneiskomponenten (?Karbon), Muschelkalk-ähnliche Linsen, zerquetschte Kalke mit *Cadosina* und schliesslich der helle Fercheneckdolomit, der beim Kreuzle nach oben innerhalb weniger Meter auskeilt.

- Halt 11:** Nach kurzer Uebersicht über die Berge im Süden und Südosten wandern wir zurück auf den Weg zum Joch. Direkt südlich desselben finden sich: Couches rouges (Maastricht mit grossen, hochkonischen Globotruncanen, mit Lupe grob bestimmbar) und der charakteristische, ebenflächig tafelig geschichtete Flysch der Falknis-Decke.
- Halt 12:** Wir wandern östlich der Krete südwärts, queren die Ueberschiebungsfläche des Muschelkalkes auf die Arosa-Zone und wandern bis zur tiefsten Stelle der Krete bei Kulm, zum alten Tunnel. Kurze Uebersicht über die auf der Gegenseite des Saminatalen gut aufgeschlossene Schichtreihe der Heubühl-Schönberg-Scholle und die Schollen- und Deckenstrukturen im hinteren Saminatal.
- Halt 13:** Auf der Rheintalseite des kleinen Tunnels sind die Kontaktverhältnisse Muschelkalk/Partnachschiefer gut zu studieren, mit Pietra verde-Bändern im oberen Muschelkalk sowie die charakteristische Bruchtektonik der Heubühl-Scholle.
- Halt 14:** Wanderung über den Rücken der Sackungsmasse von Silum mit ausgeprägtem Abrissrand zurück nach Gaflei.
- Halt 15:** Empfang im Zentrum von Triesenberg durch den liechtensteinischen Regierungschef, event. dessen Stellvertreter.

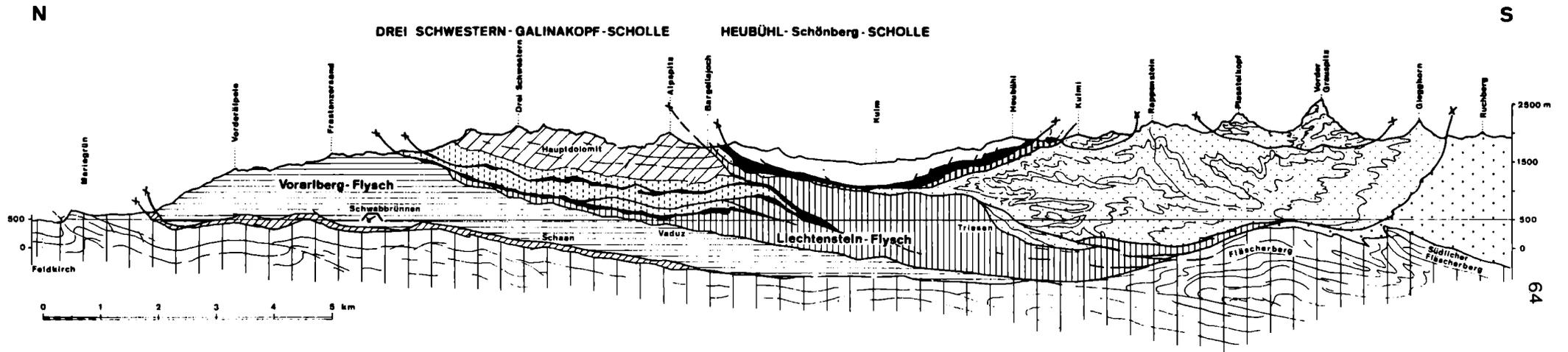
TEKTONISCHE EINHEITEN
UND EXKURSIONSRUTE
MIT HALTEPUNKTEN,
OEGG, 1986

FIG. B1



SCHEMATISIERTES DECKENQUERPROFIL DURCH LIECHTENSTEIN

FIG. B 2

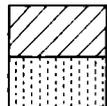


OSTALPIN

Lechtal-Decke



Heubühl-Schönberg-Scholle



Ob. Trias

Mittl. Trias

Drei Schwestern-Gallinakopf-Scholle

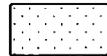
PENNINIKUM



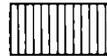
Arosa-Zone



Sulzfluh-Decke



Falknis-Decke



Liechtenstein-Flysch

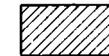


Vorarlberg-Flysch



Prättigau-Flysch

ULTRAHELVETIKUM



Liebensteiner-
Feuerstätter-Decke

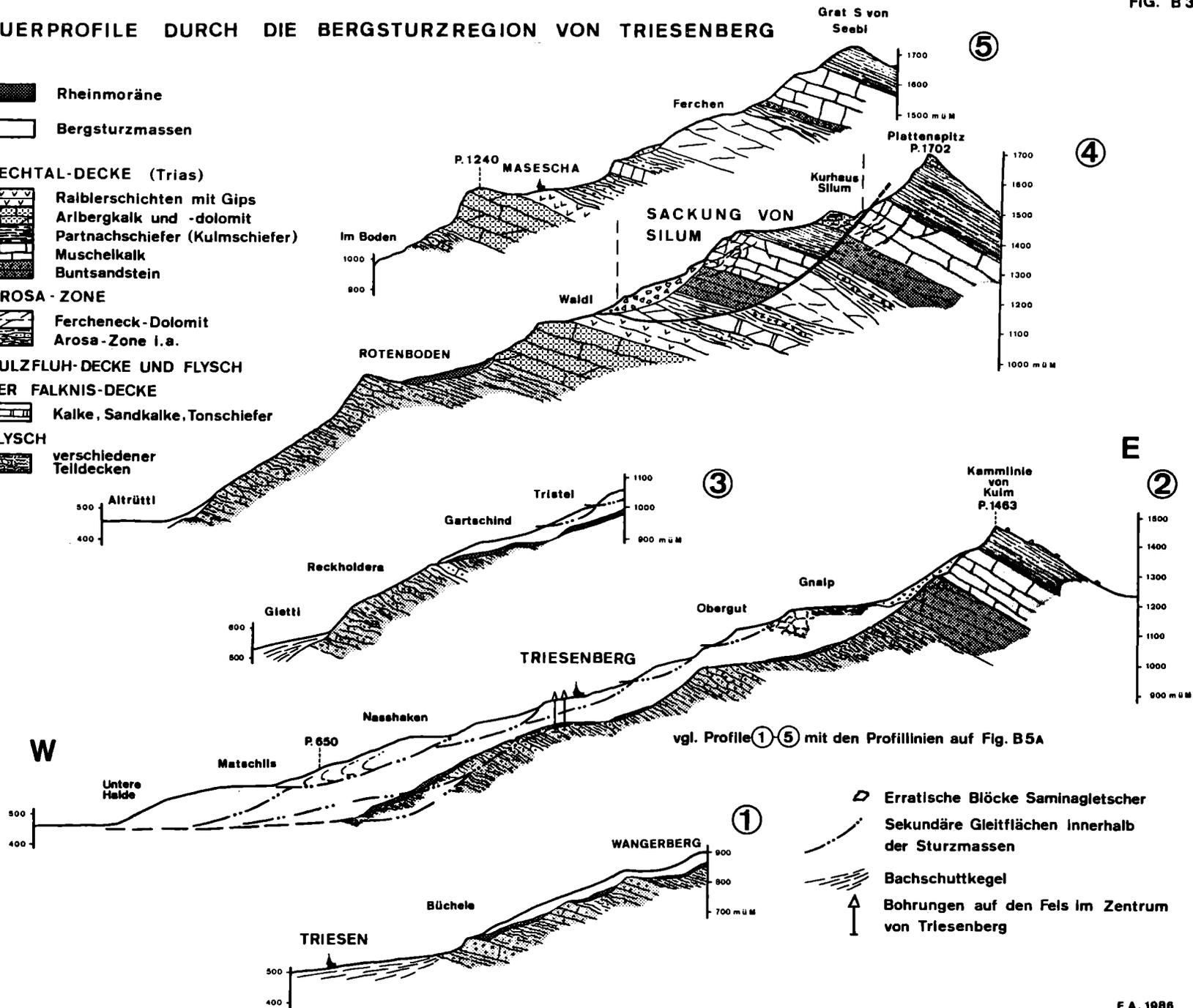
HELVETIKUM



Säntis-Decke und
S-Fläschberg

QUERPROFILE DURCH DIE BERGSTURZREGION VON TRIESENBERG

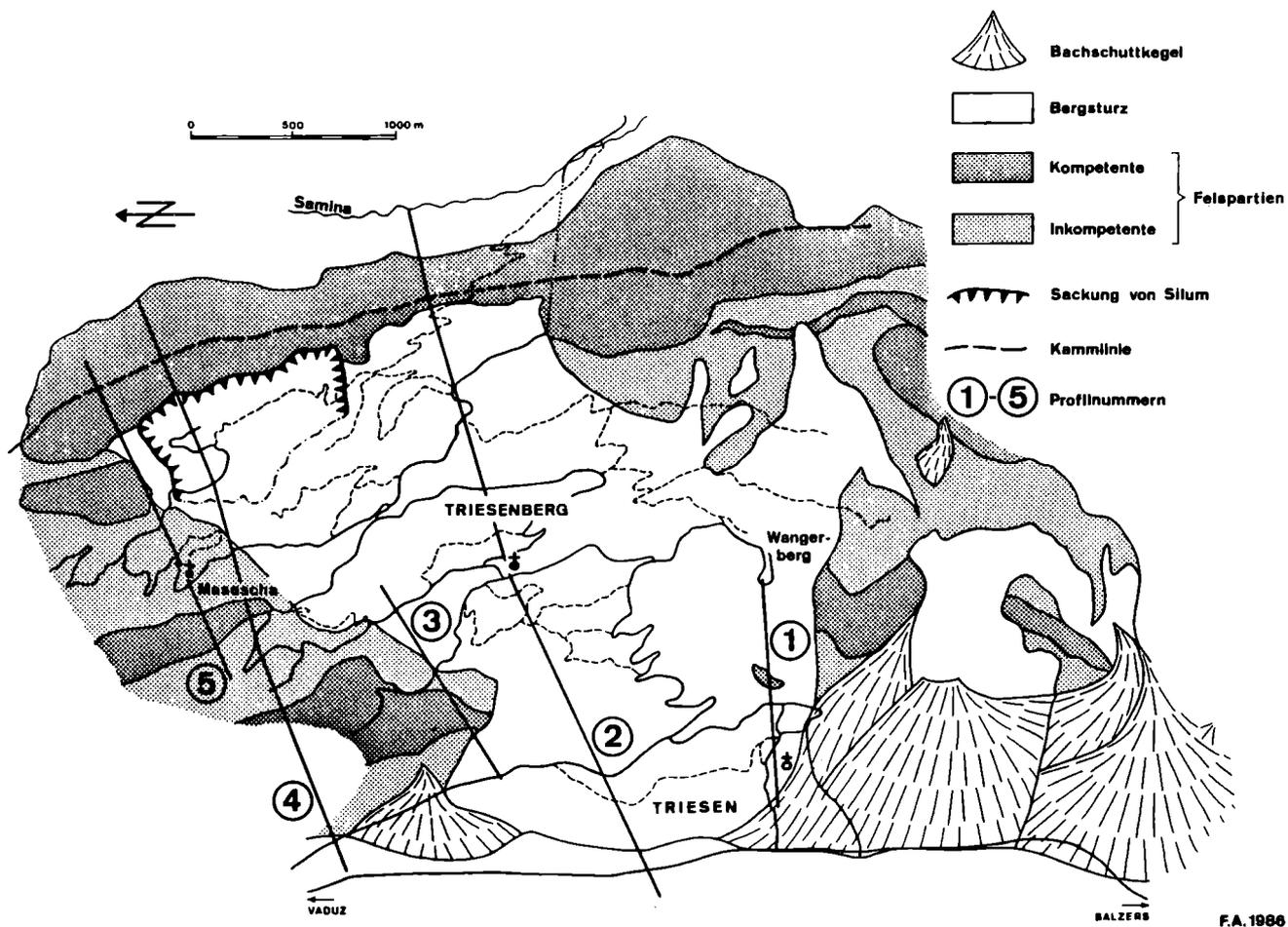
-  Rheinmoräne
-  Bergsturzmassen
- LECHTAL-DECKE (Trias)**
 -  Raiblerschichten mit Gips
 -  Arlbergkalk und -dolomit
 -  Partnachschiefer (Kulmschiefer)
 -  Muschelkalk
 -  Buntsandstein
- AROSA - ZONE**
 -  Fercheneck-Dolomit
 -  Arosa-Zone i.a.
- SULZFLUH-DECKE UND FLYSCH DER FALKNIS-DECKE**
 -  Kalke, Sandkalke, Tonschiefer
- FLYSCH**
 -  verschiedener Teildecken



vgl. Profile ① ⑤ mit den Profilinien auf Fig. B5A

PROFILLINIEN DER QUERPROFILE FIG. B 3

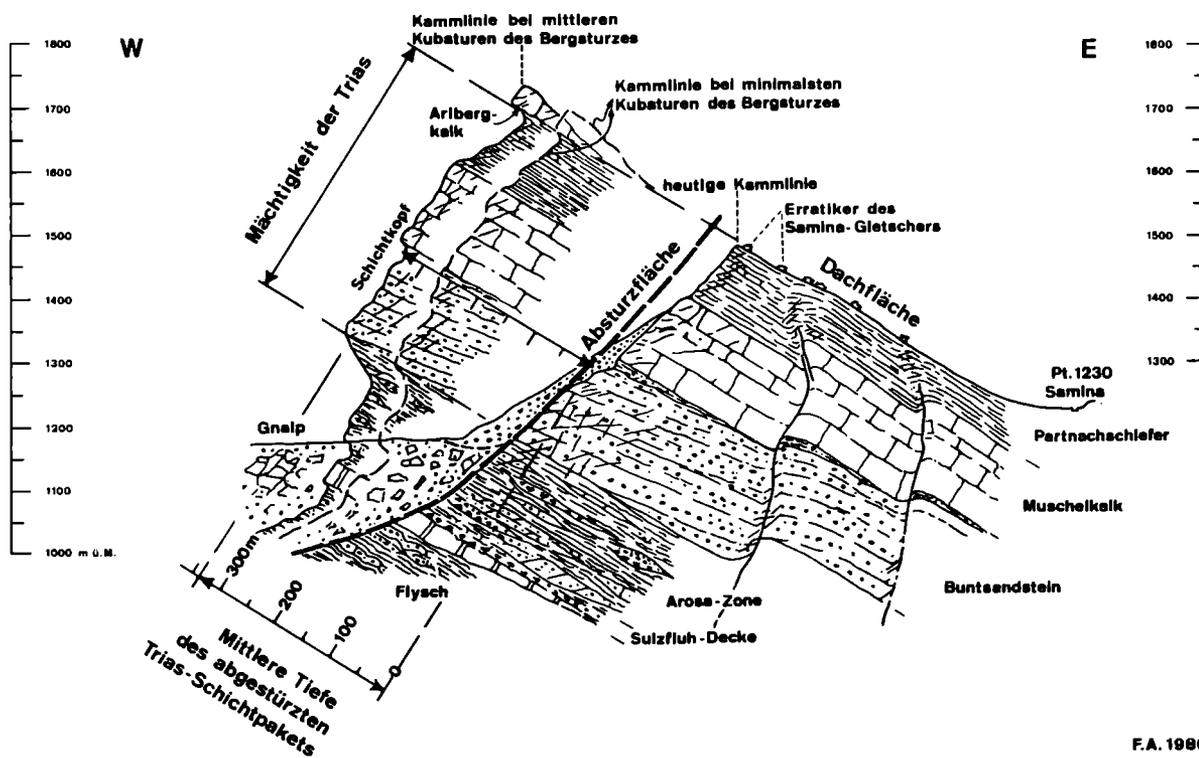
FIG. B 4A



F.A. 1986

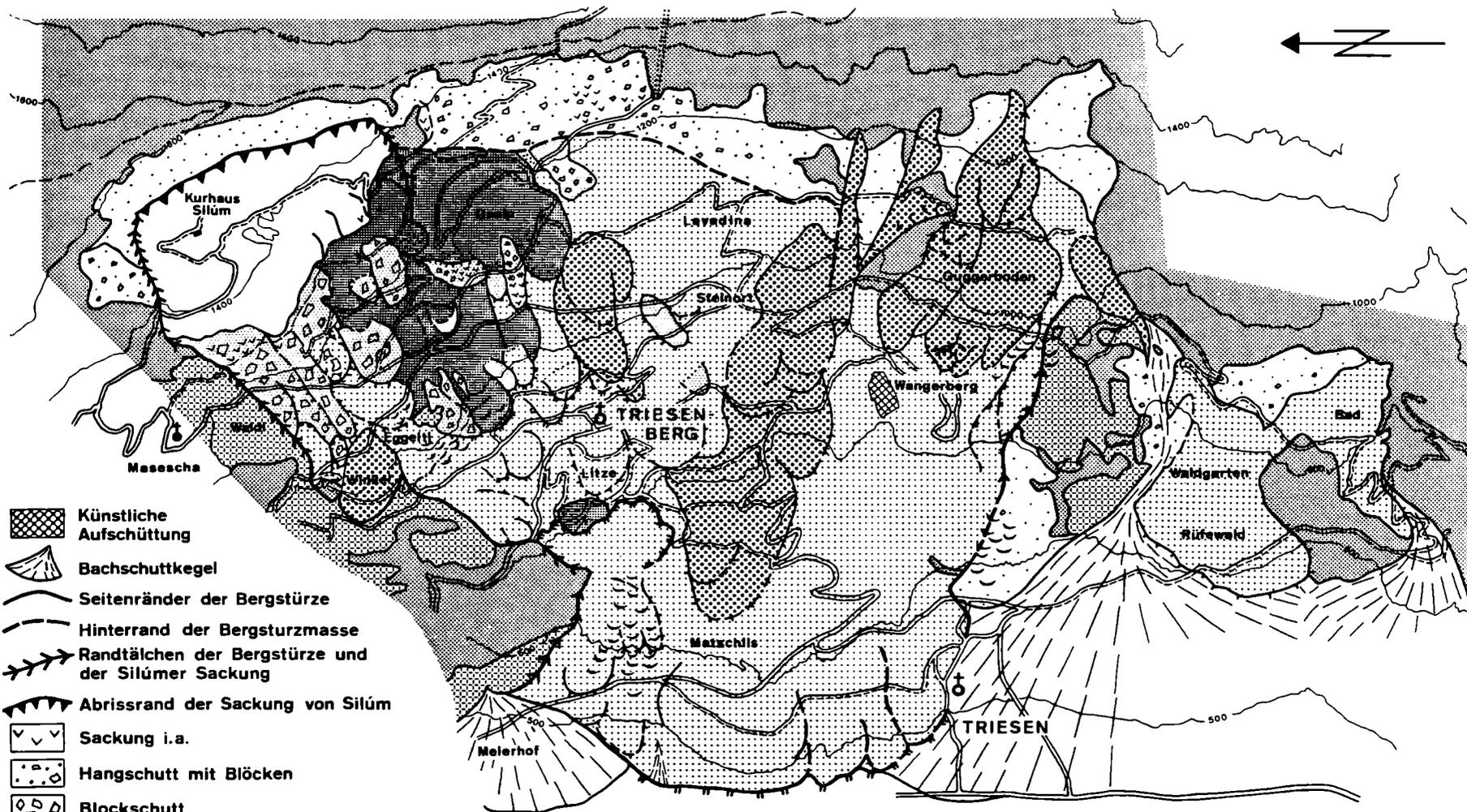
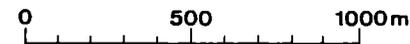
REKONSTRUKTION DER KAMMHÖHE UND DES ABWITTERUNGSPROFILS VOR DEM ABSTURZ (BEI KULM, ALTER TUNNEL, HÖHE 1455)

FIG. B 4b



F.A. 1986

VERTEILUNG DER SCHUTTMASSEN DER BERGSTURZREGION VON TRIESENBERG



-  Künstliche Aufschüttung
-  Bachschuttkegel
-  Seitenränder der Bergstürze
-  Hinterrand der Bergsturzmasse
-  Randtälichen der Bergstürze und der Silümer Sackung
-  Abrissrand der Sackung von Silüm
-  Sackung i.a.
-  Hangschutt mit Blöcken
-  Blockschutt
-  "Rieselschutt": feinsten Partnachschieferschutt als dünne Decke über grobem Blockschutt
-  Sackung von Silüm
-  Muschelkalk-Blockströme aus dem Fuss der zerfallenden Silümer Sackung

-  Anstehender Fels, z.T. unter geringmächtigem Hangschutt
-  Gemischtschuttstrom mit Stirrband
-  Abrisskanten sekundärer Rutschungen innerhalb der Bergsturzmassen
-  Stirrband sekundärer Rutschungen

-  Rheinmoräne
-  Muschelkalk-Blockstrom mit Stirrband
-  Buntsandstein-Blockstrom mit Stirrband
-  Partnachschiefer-Schuttstrom
-  oberflächlich aktiv rutschend

- Weitere Beilagen werden anlässlich der Exkursion ausgeteilt
- Die neue Geologische Karte 1:25'000 von Liechtenstein und Umgebung kann während der Tagung in Dornbirn bezogen werden (Preis: sfr. 40.--)

BIBLIOGRAPHIE

(Ausgewählte Arbeiten, die sich auf die Exkursion beziehen)

- ALLEMANN, F., 1957: Geologie des Fürstentums Liechtenstein (SW-Teil) unter bes. Berücksichtigung des Flyschproblems
Jb. Hist. Ver. FL, Vol 56.
- " 1977: Geologische Risikokarte 1:5000. Hrsg. Gemeinde Triesenberg.
- " 1985: Die Bergstürze von Triesenberg. Festschrift f.A.Frick. Liechtenst. Alpenverein
- " et al. 1985: Geologische Karte des Fürstentums Liechtenstein 1:25'000
Hrsg. Fürstentum L'stein.
- " & Schwizer B. 1979: Zur Geologie der Rheintalseite im Fürstentum Liechtenstein. Jber.Mitt.oberrh.geol.Ver.N.F.61
- BLASER, R., 1952: Geologie des Fürstentums Liechtenstein. (N Gebiet)
Jb. Hist.Ver. FL, Vol. 51.
- OBERHAUSER, R. et al., 1980: Der geologische Aufbau Oesterreichs.
Hrsg. Geol. Bundesanstalt, Wien
- RICHTER, D., 1957: Beiträge zur Geologie der Arosa-Zone zwischen Mittelbünden und dem Allgäu. N.Jb.Geol.Pal.Abh.105.
- SCHWIZER, B., 1975: Sedimentologisch-stratigraphische Untersuchungen im Triesner Flysch. Unveröff. Dipl.Arbeit, Geol. Inst. Univ. Bern.