Zeitschrift: Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 73 (1948-1949)

Artikel: Zur Geologie der östlichen Wildhauser Mulde

Autor: Forrer, Martin

Kapitel: Die Grabser Klippen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832820

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DIE GRABSER KLIPPEN

A. EINLEITUNG

Als höchste tektonische Einheit tritt im Untersuchungsgebiete die Grabser Klippe auf (siehe Tafel I, II und III).

Sie wurde von ARN. ESCHER VON DER LINTH im Jahre 1855 entdeckt (in C. MOESCH, Lit. 32). Er traf am Berglitenstein (Punkt 983 m auf Tafel III) statt der erwarteten Nummulitenkalke einen Kalkstein, dessen Versteinerungen auf jurassisches Alter deuteten. Er zeichnete ein Profil des Westendes des Berglitensteins und betrachtete ihn als einen mächtigen exotischen Block, welcher dem unterlagernden Flysch entstammen sollte.

Dieser Deutung des Berglitensteins schloß sich 1863 J. BACHMANN[1] an. Bei ihm findet sich eine Beschreibung verschiedener, von ARN. ESCHER aus dem Berglitenstein gesammelter Petrefakten, welche leider zum großen Teil nur in sehr schlechtem Zustande gewonnen werden konnten. Nach ihnen gehört der Kalk zum Tithon.

C. MOESCH[32] brachte 1881 den Berglitenstein und ein zweites, von ihm neu entdecktes, kleineres Tithonriff mit den Kalken vom Tschuggen und Gonzen im Alviergebiet in Verbindung. Er nahm an, daß der Berglitenstein aus der Tiefe durch die Flyschschichten hindurch emporgepreßt worden sei. Das reiche Fossilmaterial, welches er unter Beihilfe eines Arbeiters aufsammelte, spricht für unteres Tithon. Die Fossilien stammen aus einem Horizont, den weder ARN. HEIM[16] noch wir wieder auffinden konnten.

Nach C. MOESCH hat sich vor allem noch A. ROTHPLETZ über die Grabser Klippen geäußert (vgl. Lit 35, S. 53/55 und 221). Er beschreibt einige Fossilien, welche für Tithon sprechen. Er war der Ansicht, daß der Berglitenstein der Rest einer größern Decke sei und durch seine sogenannte «Alvierüberschiebung» an Ort und Stelle gebracht wurde. Mit dieser Ansicht und andern Beobachtungen A. ROTHPLETZS' hat sich schon ARN. HEIM[16] eingehend auseinandergesetzt.

1901 gibt TH. LORENZ[30] als Fundort von *Calpionella alpina* LOR. auch den Aptychenkalk des Berglitensteins an.

ARN. HEIM[16] ist der erste, der die Grabser Klippen etwas detaillierter untersuchte und kartierte[45]. Er erkannte, daß sie eine größere Ausdehnung besitzen, als früher bekannt war.

Ein Vergleich von Tafel III mit der Alvierkarte von ARN. HEIM[45] zeigt, daß wir durch unsere Untersuchungen erneut zu etwas abweichenden Ansichten über die Ausdehnung der Grabser Klippen gekommen sind. So halten wir den Zug von Klippengesteinen, den ARN. HEIM in der Gegend von Egg in Südwest-Nordost-Richtung einzeichnet, nur zum kleinsten Teil für anstehend. Ferner muß das auf der Alvierkarte mit -ew- als Wildflysch bezeichnete Schiefervorkommen bei Mammet zum Malm der Grabser Klippen gestellt werden. In der Gegend von Rappenloch (auch Franzosenloch) sowie östlich von Sonnenberg ergaben sich weitere Korrekturen.

ARN. HEIM hat das Verdienst, die Stratigraphie der Grabser Klippen in den großen Zügen erkannt zu haben. Er entdeckte vor allem die große Verbreitung der Couches rouges in den Klippen. Auf der Karte unterschied er ferner neben dem schon früher bekannten obern Malm noch eine Serie schwarzer Glimmertonschiefer, welche seines Erachtens das Oxfordien repräsentieren könnten. Als Neokomien kartierte er Fleckenkalke und Fleckenmergel. Er war jedoch nicht ganz sicher, ob diese neuen Schichtstufen überall unterschieden werden konnten. So schreibt er im Text[16]: «Ich habe ebenso eine ganze Reihe von genauen Profilen mit einer großen Mannigfaltigkeit von Gesteinen gezeichnet, die aber hier nicht wiedergegeben werden sollen, weil mir das stratigraphische Niveau der einzelnen Horizonte noch nicht überall klar geworden ist.» Und an einer andern Stelle: «Auch die Couches rouges und Neokom, wenn überhaupt vorhanden, sind sehr wenig mächtig . . .»

1916 beschrieb D. TRÜMPY[42] ein kleines Profil, bestimmte aus den Fleckenkalken *Aptychus seranonis*, *Aptychus didayi* und *Belemnites ? bicanaliculatus* und wies damit das Neocomien in den Grabser Klippen zum erstenmal mit Sicherheit nach. Über die Zuteilung der Grabser Klippen zum Faziesgebiet der Falknis-Decke besteht für ihn kein Zweifel. Sie sollen aber tektonisch tiefer als die eigentliche Falknis-Decke liegen. Er macht des weiteren auf den sehr raschen lateralen lithologischen Wechsel innerhalb einzelner Bänke des Malms aufmerksam.

1926 hat H. P. CORNELIUS[7] im Zusammenhang mit seiner Untersuchung der Balderschwanger Klippen im Allgäu auch den Grabserberg besucht. Der Malm und die Unterkreide der Grabser Klippen sollen den entsprechenden Stufen der Balderschwanger Klippen auffallend ähnlich sein. Ein Zweifel an diesem Vergleich ist aber wohl erlaubt, da er im Wegeinschnitt zwischen Lee und Leversgaß (vgl. Fig. 7) seewerkalkähnliche, etwas fleckige Kalke des Turoniens als typischen (Neocomien-) Fleckenkalk bezeichnet. Er weist des wei-

tern darauf hin, daß die von Arn. Heim als fragliches Oxford-Argovien bezeichneten Schiefer des Wüestitobels (= Leebach der Alvierkarte, Lit. 45) den wirklichen Oxfordienschiefern des Falknisgebietes nur sehr mangelhaft entsprechen. Die von ihm als Gault betrachteten Glaukonitsandsteine («Feuerstätter Sandsteine») der Grabser Klippen gehören unseres Erachtens zum Malm. Als Schlußfolgerung gelangt er zur Ansicht, daß die Balderschwanger und Krabser Klippen gemeinsam zur sogenannten «Feuerstätter Decke» und nicht zur Falknis-Decke zu stellen seien.

Von verschiedenen Autoren wurde in den folgenden Jahren die tektonische Stellung der Grabser Klippen auf Grund der ältern Untersuchungen diskutiert. Eine kurze Zusammenfassung der verschiedenen Ansichten wird S. 81 ff. gegeben.

B. STRATIGRAPHIE

In den Grabser Klippen können folgende Schichtstufen unterschieden werden:

I. Malm
II. Neocomien
III. Couches rouges (Oberkreide bis Tertiär)

I. Der Malm (vgl. Fig. 5 sowie Tafel III)

Der Malm ist das am weitesten verbreitete und am stärksten differenzierte Schichtglied der Grabser Klippen. Er bildet als stark zerbrochene und teilweise verschuppte Platte ihr Rückgrat. Seine hauptsächlich klastischen Sedimente bilden den kleinen, gegen Nordwesten gerichteten Felsabsturz zwischen Rohrbühel und Brand. Aus ihm ist auch der Berglitenstein zum größten Teil aufgebaut. Dieser auffällige Malmklotz der sonst eher versteckten Grabser Klippen war lange Zeit das einzige bekannte Klippengestein des Grabserbergs.

Mancherlei Schwierigkeiten stellen sich der Klärung der Schichtfolge innerhalb des Malms in den Weg. Nirgends läßt sich ein zusammenhängendes Profil von den tiefsten Malmhorizonten bis ins Neocomien lückenlos verfolgen. Gut unterscheidbare Leithorizonte, welche eine genauere Parallelisation der einzelnen Aufschlüsse er-

lauben würden, lassen sich nicht finden. Zudem treten auf kurze Distanz beobachtbare, seitliche Wechsel in der lithologischen Ausbildung der Schichten auf, wie schon D. TRÜMPY[42], S. 153, feststellte. Diese können aus leicht sandigem Kalk zu Glaukonitsandsteinen, aus grobem Konglomerat zu feinen Brekzien, aus dichtem Kalk zu Sandstein führen.

Bei dem Versuch, das Sammelprofil Fig. 5 zusammenzustellen, handelte es sich folglich darum, ganze Schichtgruppen unter Rücksichtnahme auf laterale lithologische Variationen in ihrem Gesamthabitus zu vergleichen und so wenigstens in den großen Zügen zu einer Übersicht über die Malmstratigraphie zu kommen. Wo genau parallelisiert werden konnte, wie zum Beispiel an der durch eine deutliche Transgression gut charakterisierten Malm-Neocomiengrenze, wurde dies selbstverständlich getan.

Im Malm können ein fragliches Oxfordien-Argovien, der mittlere Malm und das Tithon unterschieden werden.

a) ? Oxfordien-Argovien

Im Wüestitobel (= Leebach der Alvierkarte, Lit. 45) entdeckte ARN. HEIM[16] schwarze Glimmertonschiefer, welche D. TRÜMPY[42] als vermutliches Oxfordien bezeichnete. Fossilien waren daraus nicht bekannt.

Über die Verbreitung dieser Schichten orientiert Tafel III. In typischer Ausbildung finden sie sich nur im Wüestitobel.

Es handelt sich um tiefschwarze, abfärbende, feinsandige und dünn geschichtete, relativ kalkige Schiefer. Die leicht unebenen Schichtflächen sind mit feinen Glimmerschüppchen bestreut. In einzelnen Lagen ist der Glimmer etwas angereichert. Die Verwitterungsfarbe ist schwarz, neigt jedoch stellenweise zu einem helleren Braun. Die Schiefer spalten in Tafeln mit leicht glänzender Oberfläche. Sie scheinen fossilleer zu sein. Auch ein Dünnschliff zeigte nur fragliche Echinodermenreste.

Mit diesen schwarzen Schiefern verbunden, treten sandig-glimmerige, braun anwitternde Schiefer und dunkelgraue, braun verwitternde Kalksandsteine auf (vgl. ihre nähere Beschreibung S. 61). Diese Gesteine werden in andern Aufschlüssen in Wechsellagerung mit Schichten des mittlern Malms gefunden. Ihre Verknüpfung mit den schwarzen Glimmertonschiefern deutet daher darauf hin, daß die letzteren auch zum Malm gehören. Nach den

Angaben von D. TRÜMPY[42] und den oben angeführten Beobachtungen stellen wir die schwarzen Glimmertonschiefer zum untern Malm, zum Oxfordien-Argovien.

b) Der mittlere Malm

Ablagerungen, welche wir dem mittleren Malm zuteilen können, finden sich am besten aufgeschlossen in dem kleinen felsigen Abriß, der NNE Punkt 1056.57 m einsetzt und sich gegen Nordosten verfolgen läßt bis nördlich des Hauses Guscha (vgl. Tafel III). Eine von uns in den obern Teil des mittleren Malms gestellte Schichtfolge tritt ferner, wohl in Verband mit unterm Tithon, in dem kleinen Wäldchen nordöstlich Werden bei Punkt 910.46 m auf.

Ein paläontologischer Beweis für die Zuteilung der genannten Schichten zum mittleren Malm konnte nicht erbracht werden. Die Zuweisung geschah aus folgenden Gründen:

1. Die betreffenden Schichten liegen in den Profilen nordöstlich Werden und oberhalb Guscha stets unter den Ablagerungen, welche sicher dem Tithon zugewiesen werden können.
2. Die oben angeführten Schichten lassen sich gut mit den Ablagerungen des mittleren Malms der Falknis-Decke vergleichen, nicht aber mit tieferen Malmhorizonten oder mit dem Tithon. Dieser Vergleich stützt sich auf die eingehende Beschreibung der Stratigraphie der Falknis-Decke durch D. TRÜMPY[42]. Auf Einzelheiten wird bei der Detailbesprechung eingegangen.

Lithologie:

Der mittlere Malm zeigt eine vorwiegend klastische Ausbildung und umfaßt eine große Zahl der verschiedenartigsten Gesteine. Im folgenden werden die wichtigsten Gesteinstypen gesondert besprochen. Ihre mutmaßliche Verteilung im mittleren Malm ist aus Fig. 5 ersichtlich. Wir besprechen der Reihe nach:

1. Glimmersandsteine und sandige Glimmerschiefer
2. Quarzsandsteine
3. Kalke
4. Übergangstypen von reinem Quarzsandstein zu reinen Kalken: «Pseudobrekzien»
5. Konglomerate und Brekzien.

1. *Glimmersandsteine und sandige Glimmerschiefer:*

Der Glimmersandstein ist ein grauer, rostig anwitternder, feinkörniger Kalksandstein mit großen Muskovitschuppen. Oft enthält er kleine Tonschmitzen und tritt meist in 10 bis 20 cm dicken, etwas schiefrigen Bänken auf.

Im Schliff zeigt der Sandstein in kalzitischer Grundmasse vor allem Quarzkörner und Glimmerschuppen. Die Quarzkörner sind im Mittel 0,2 mm groß, erreichen jedoch auch 0,7 mm und sind rund bis eckig. Der Großteil der Körner löscht stark undulös aus. Daneben treten kleine Bruchstücke von stark verzahnten Quarziten (stets undulös) auf. Die Glimmerschuppen sind oft von einem neugebildeten Kalzitrand umgeben. Feldspäte (Plagioklase) sind nur in kleiner Anzahl vertreten. Auch Chlorit wurde beobachtet. An Fossilien treten vor allem Echinodermenreste auf, ferner *Spirillina sp.*

Die Sandsteine können in hellbräunlichgraue, feinsandige, muskovitreiche, mürbe *Schiefer* übergehen, welche leicht zu Glimmersand verwittern. Wo sie in größerer Mächtigkeit vorkommen, geben sie zu Rutschungen im Gelände Anlaß. Meist treten sie aber als Einlagerungen zwischen Sandsteinen und als Grundmasse der groben Konglomerate auf.

Dünnschliffe durch die Schiefer zeigen folgendes Bild: Kalzit als körnige Grundmasse. Quarz in gut gerundeten und eckigen Körnern, die Korngröße selten über 0,3 mm. Glimmer (Muskovit) häufig, bis zu 1 mm lang. Foraminiferen: *Ophtalmidium sp.*, *Nodosaria sp.*

Vorkommen: Die sandigen Glimmerschiefer und die Glimmersandsteine sind im Gebiet der Grabser Klippen weit verbreitet. So finden sich im mittleren Malm (und weniger häufig auch im ? Oxfordien und Tithon immer wieder Einlagerungen dieser Gesteine (ob Finkenegg, ferner nordöstlich Werden). In größerer Mächtigkeit treten sie relativ selbständig auf, zum Beispiel südlich der Straße bei Brand, im Anriß nördlich des Berglitensteins, am Rücken westlich über Winnewies und im Wäldchen bei Mammet (südlich Schießbühel), wo sie von ARN. HEIM[45] als eozäner Wildflysch bezeichnet wurden.

2. *Die Quarzsandsteine:*

Die Quarzsandsteine sind ein auffallendes und leicht erkennbares Schichtglied der Grabser Klippen.

Der reine Quarzsandstein ist ein massiges, wenig gebanktes Gestein, welches hellgrau bis bräunlich anwittert. Es ist ein kompakter, schwer verwitternder Sandstein, der etwa 40 % Quarz und 50 % Kalzit enthält. Es wurden bis 2 cm große Quarzkörner beobachtet.

Diese sind oft milchig getrübt, während die kleineren Quarzkörner im allgemeinen glasklar sind. Auf Klüften und Oberflächen bildeten sich oft schöne, große Kalzitausscheidungen, welche ab und zu eine kohlige Substanz mit einschließen, doch tritt jene auch selbständig in kleinen Klüftchen auf. An einzelnen Stellen fanden sich, hauptsächlich wo der Quarzsandstein sich zur Pseudobrekzie entwickelt, im Sandsteine Seeigelstacheln. Im Handstück sehen die Sandsteine auf frischem Bruch hellgrau und oft fettig glänzend aus.

Dünnschliffe durch den reinen Quarzsandstein zeigen als größere Komponenten:

1. Quarz, Korngröße meist bis zu 3 mm, als gut gerundete und eckige, meist stark zerbrochene Körner. Nur in einem Schliff fanden sich deutlich undulös auslöschende Körner. Dagegen treten kleinere Quarzitgerölle mit verzahnten, undulös auslöschenden Quarzkörnern auf. Daneben beobachtet man auch Quarzitgerölle mit schöner Mosaikstruktur (? Trias). Einzelne Quarzkörner besitzen ab und zu kieselige Anwachsstreifen.
2. Kalzit, in größeren, stark verzwillingten Exemplaren und als Grundmasse.
3. Neben Quarz und Kalzit treten in größerer Menge noch auf:
   Muskovit, sowohl als einzelne Schuppen als auch in quarzitischen Geröllen;
   Feldspäte (Plagioklase), meist stark sauer, mit schöner Zonarstruktur;
   Chlorit ist selten, Glaukonit und fremde Gesteinstrümmer scheinen, mit Ausnahme der erwähnten Quarzitgerölle, zu fehlen.

Als Grundmasse tritt kristallinischer, klarer oder mehr körneliger, oft von Eisenoxyd etwas verfärbter Kalzit auf. Die einzelnen Komponenten sind meist ganz vom Kalzit der Grundmasse umgeben und berühren sich nicht direkt. Das Eisenoxyd ist oft am Rande der Körner angereichert. Ferner können umkrustete Organismenreste auftreten, und die Quarzsandsteine erhalten dann einen onkoidischen Charakter. An Organismen fanden sich Echinodermen- und Bryozoenreste, ferner undeutliche Foraminiferen.

Kein anderes Schichtglied der Grabser Klippen zeigt eine so große Variabilität in der lithologischen Ausbildung sowohl in vertikaler wie lateraler Richtung. Vor allem finden sich Übergänge zu sogenannten «Pseudobrekzien» (vgl. S. 64) und zu reinen dichten Kalken. Daneben treten auch echte Brekzien mit den Quarzsandsteinen verknüpft auf, ebenso spätige Echinodermenbrekzien und glaukonitische Sandsteine.

Auf die Verschiedenheit der Malmquarzsandsteine von den Gesteinen der helvetischen Schichtreihe hat schon Arn. Heim[16] hingewiesen. A. Rothpletz[35] glaubte für die Entstehung der Quarzsandsteine ein nahes Festland postulieren zu müssen (vgl. S. 80). Auf Grund unrichtiger Vorstellungen über die Herkunft der Grabser Klippen (Alvierüberschiebung) war er der Ansicht, dieses Festland habe dem vindelizischen Rücken angehört.

Vorkommen: Reine Quarzsandsteine treten in den Grabser Klippen vor allem in den Anrissen nordwestlich des Rückens von Guscha zu Punkt 1056.57 m auf. Sie finden sich ferner im kleinen Wäldchen nordöstlich Werden und am Rücken, welcher von Winnewies zur Straßenkurve nördlich Hönegg heraufzieht. Häufig trifft man den Quarzsandstein als Erratiker.

3. *Reine, dichte Kalke:*

Massige, reine Kalkbänke treten im mittleren Malm gegenüber den klastischen Sedimenten zurück.

Es lassen sich makroskopisch hauptsächlich zwei Typen reiner Kalke unterscheiden, die jedoch durch Übergänge miteinander verbunden sind:

1. ein dichter, manchmal etwas kristallinischer, spätiger Kalk. Er ist dunkelgrau bis hellgrau und wittert bräunlichweiß an. Im frischen Bruch zeigt er schwärzliche Punkte und undeutliche Organismenreste. Der Bruch ist kantig, das Gestein relativ zäh. Häufig beobachtet man in diesen Kalken, als schmale Adern und bis 1 cm große «Einsprenglinge» hellgrünliche Kalziteinschlüsse. Die chemische Untersuchung verneinte sowohl einen Ni- als auch einen Cu-Gehalt dieser grünen Einschlüsse. Stellenweise ist dieser Kalk sehr fossilreich und führt viele Abdrücke von Ammoniten (Perisphincten), Belemniten und Seeigelstacheln.

2. ein ebenfalls dichter, hellgrau bis weißlich anwitternder Kalk, in einzelnen Bänken selten etwas kristallinisch. Auf frischem Bruch sehen die Kalke hellgrau bis hellgelblich aus und gleichen stark dem helvetischen Seewerkalk. Schon von bloßem Auge kann man auf der Bruchfläche dunkle Punkte, ferner Foraminiferen, Schalenreste und unregelmäßige, aber scharf begrenzte Ringe und Formen erkennen. Häufig durchziehen stylolithische Tonhäute das Gestein. Die oft in großer Menge vorhandenen Ammoniten, Aptychen, Belemniten und Seeigelstacheln sind meist schlecht erhalten. Solche helle, seewerkalkähnliche Bänke treten untergeordnet schon im mittleren Malm auf, erreichen ihre größte Entwicklung jedoch erst im Tithon.

Im *Dünnschliff* zeigen die Kalke 1 und 2 das gleiche Bild. In der dichten Kalkgrundmasse beobachtet man viele Spongienreste, Schalen von Ammoniten, Gastropoden und Inoceramen, ferner Crinoidenstielglieder, stellenweise auch viele Ostracoden. An Foraminiferen treten auf:

Spirillina sp.
Robulus sp.
? Marginulina sp.

Vereinzelt wurden auch Trocholinen beobachtet, ferner einige krustenbildende Foraminiferen, die den Nubecularien zugewiesen werden könnten.

Einzelne Vorkommen enthalten Einstreuungen von Quarzkörnern, meist mit undeutlicher werdendem Rand in der Grundmasse liegend und undulös auslöschend, daneben einzelne Feldspäte (Plagioklase). Fremde Gesteinstrümmer sind vertreten durch kleine Gerölle von Quarziten und feinkörnigen Sandsteinen. Klastische Einstreuungen, wie die oben angeführten, finden sich in beiden Kalktypen.

Vorkommen: Die dichten Kalke (1. und 2.) sind im Gebiet der Grabser Klippen weit verbreitet; eine Angabe spezieller Lokalitäten erübrigt sich daher.

Untergeordnet treten, vor allem in den Anrissen nordöstlich Punkt 1056.57 m, noch glimmerführende, fleckige und knollige Kalke auf. In zwei verschiedenen Niveaux des mittleren Malms findet sich ein etwa 5 m mächtiges Schichtpaket von im Durchschnitt 10 bis 15 cm, maximal 50 cm mächtigen Lagen eines dunkelgrauen, dichten, mergeligen Kalkschiefers, wechsellagernd mit ebenso mächtigen, dunkelgrauen kieseligen oder mergeligen, fleckigen Kalken. An der Basis sind die Bänke meist etwas linsig oder knollig ausgebildet, gegen oben wird die Bankung undeutlicher.

Ein Dünnschliff durch eine Kalkbank zeigt: dichte, kalkige Grundmasse mit von Eisenerz verfärbten Schlieren, wenige Glimmerschüppchen, Schwammnadeln und eine *Textularia sp.*

Seltener kommen im mittleren Malm auch feinsandige, glimmerige und spätige Kalkbänke vor.

4. *Übergangstypen von reinem Kalk zu Quarzsandsteinen «Pseudobrekzien»:*

Meist treten die dichten Kalke (c) zusammen mit den Quarzsandsteinen (b) auf. Dabei läßt sich an einigen Stellen (zum Beispiel im Anriß nordöstlich Punkt 1056.57 m) gut der gegenseitige Übergang sowohl in vertikaler als auch horizontaler Richtung beobachten. Der Übergang von dichtem Kalk zu Quarzsandstein erfolgt durch Einlagerung von im Mittel 1 bis 2 mm großen, meist glasklaren, gerundeten oder eckigen Quarzkörnern. Daneben treten vereinzelte, bis 0,5 cm große, meist milchig getrübte Quarzkörner auf. Die Körner schwimmen zunächst verteilt in der Grundmasse des dichten Kalkes, zusammen mit wenigen Echinodermenresten. Gegen oben, stellenweise auch seitlich, nehmen sie an Zahl rasch zu, so daß ein eigentlicher, grober, kalkiger Quarzsandstein mit

Echinodermentrümmern entsteht. Dieser Übergang von reinem Kalk zu Quarzsandstein kann sich auf eine Distanz von 3 m vollziehen.

An solchen Übergängen beobachtet man häufig die *Pseudobrekzie*. Es ist dies ein Gestein, bei dem in reinem Kalk netzartig Quarzsandschlieren liegen. Das Gestein erhält dadurch, vor allem auf der verwitterten Fläche, einen grob brekziösen Charakter. Es scheint, als ob große Kalkbrocken in einem sandigen Zement liegen würden, die einzelnen «Kalkgerölle» stehen jedoch im Raume miteinander in Verbindung. D. TRÜMPY[42] beobachtete im Falnis-Malm analoge Bildungen und bezeichnete sie, wie schon vorher ARN. HEIM[16], als Pseudobrekzien. Diesen Namen wollen auch wir übernehmen, obwohl er von anderen Autoren (zum Beispiel 40) in abweichendem Sinne verwendet wird.

Sowohl im Kalk als auch in den Quarzsandschlieren finden sich Seeigelstacheln, im Kalk zudem Belemniten und Zweischalerreste.

Aus der Vergesellschaftung der reinen Kalke mit den Quarzsandsteinen können je nach dem Vorwiegen der klastischen, chemischen oder zoogenen Sedimentation mannigfaltige Gesteinstypen entstehen.

Vorkommen: Die Pseudobrekzien sind, sei es anstehend, sei es in Blöcken, in den Grabser Klippen so oft anzutreffen, daß sich besondere Fundortsangaben erübrigen.

5. *Konglomerate und Brekzien:*

Konglomeratlagen treten im mittleren Malm in verschiedenen Niveaux auf. Ihre Mächtigkeit ist raschen seitlichen Wechseln unterworfen. Sie erreicht stellenweise über 6 m (zum Beispiel südlich des Wegleins, welches nördlich Guscha in den Wald führt, Koordinaten 749337/228050).

Die Größe der Komponenten ist verschieden. Nuß-, faust- bis kopfgroße Gerölle bilden die Regel, doch treten gelegentlich auch Blöcke bis zu 2:2:1 m Größe auf. Die kleineren Gerölle sind meist gut gerundet, die großen nur an den Kanten abgestoßen. Oft sind sie tektonisch zerschert und gequetscht. Die Gerölle sind nicht nach der Größe sortiert. Das Bindemittel, ein sandiger Schiefer, ist wenig verfestigt und wittert leicht heraus, so daß oft mehr ein loses Haufwerk von Blöcken als ein kompaktes Konglomerat vorliegt. Alle diese Merkmale deuten darauf hin, daß es sich um ein Küsten- oder Brandungskonglomerat handelt.

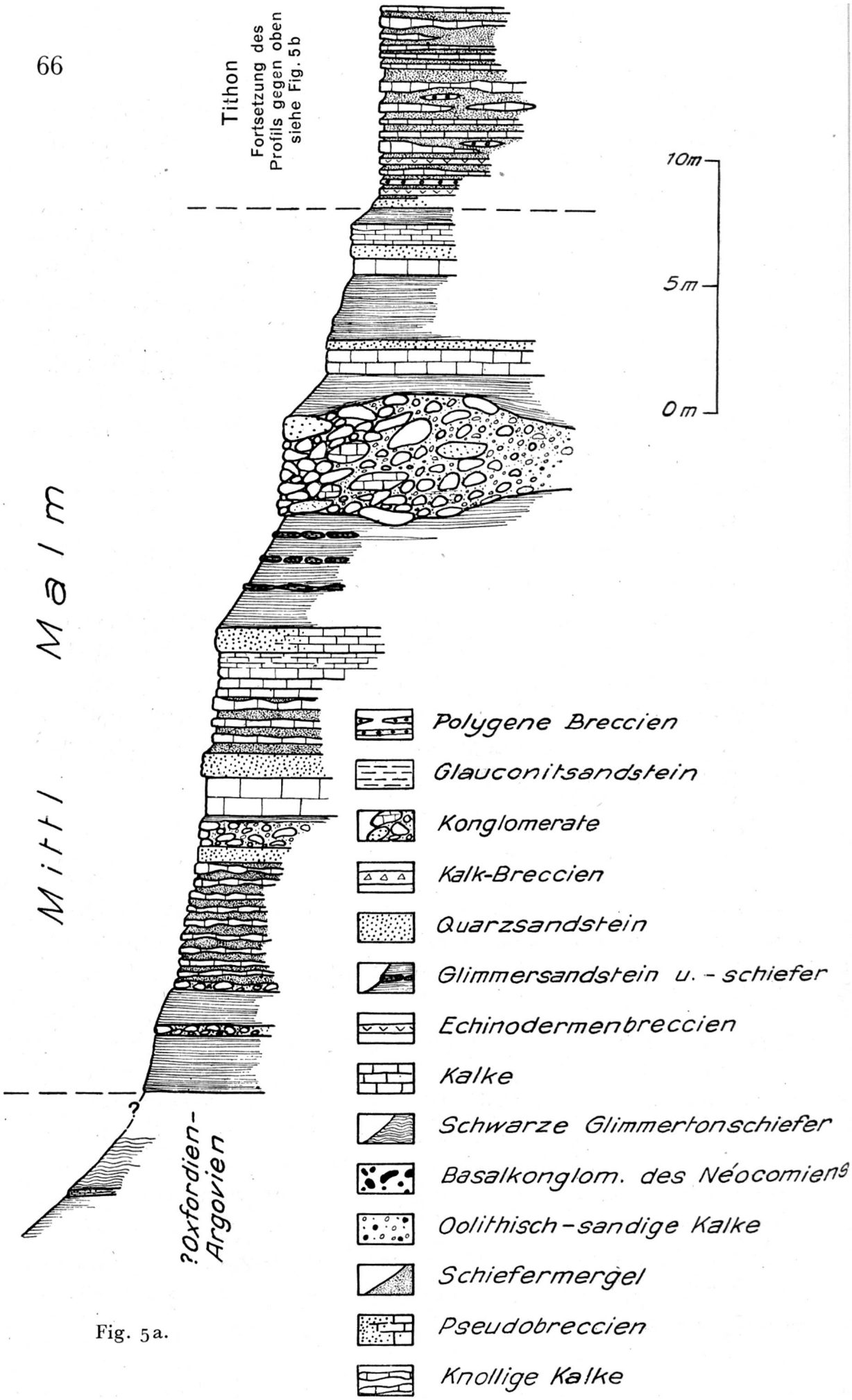
Tithon
Fortsetzung des Profils gegen oben siehe Fig. 5b
10m
5m
0m
Mittl. Malm
?Oxfordien-Argovien
Polygene Breccien
Glauconitsandstein
Konglomerate
Kalk-Breccien
Quarzsandstein
Glimmersandstein u. -schiefer
Echinodermenbreccien
Kalke
Schwarze Glimmertonschiefer
Basalkonglom. des Néocomiens
Oolithisch-sandige Kalke
Schiefermergel
Pseudobreccien
Knollige Kalke

Fig. 5a.

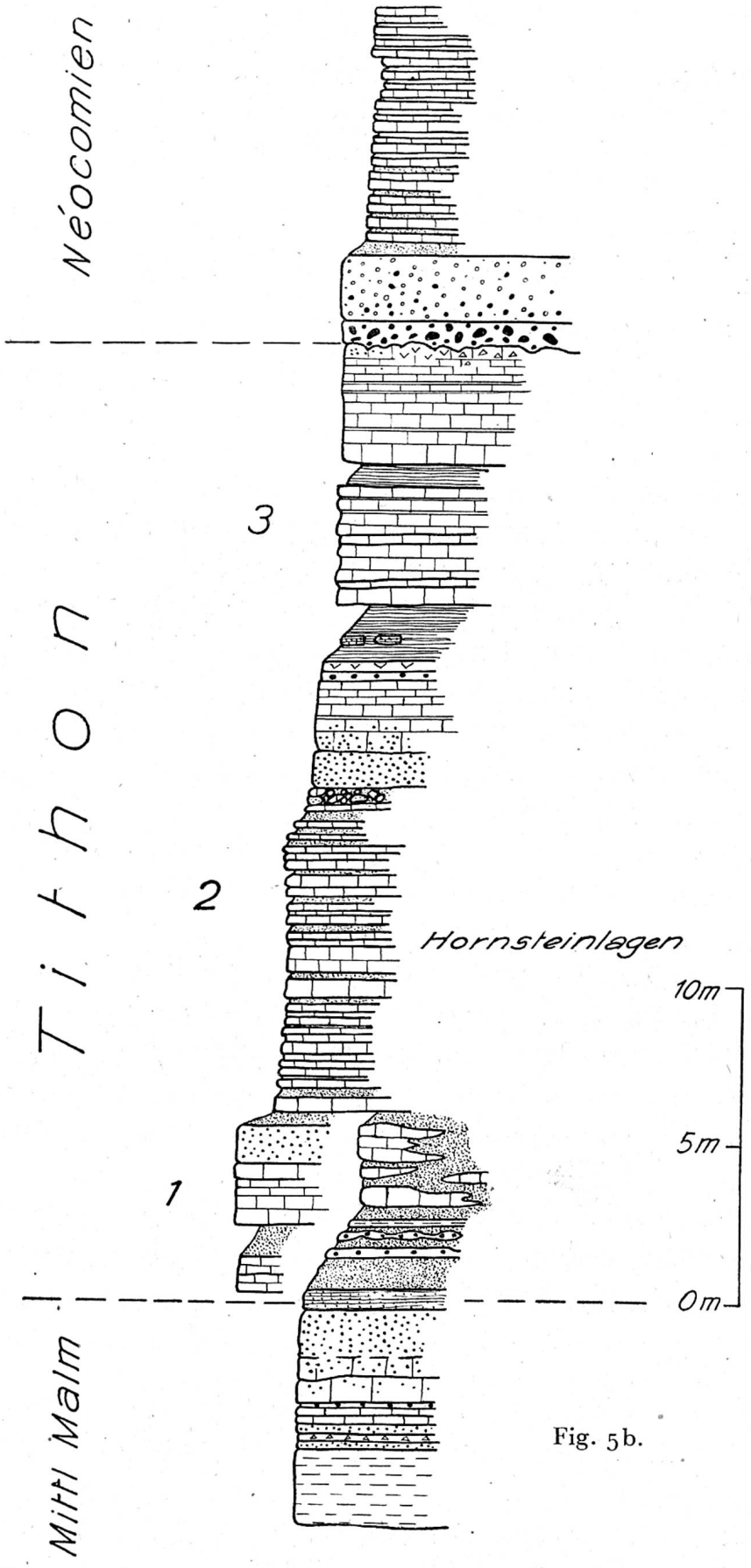

Fig. 5b.

Fig. 5a und 5b. Sammelprofil des Malms und des Néocomiens der Grabser Klippe.

Unter den Geröllen überwiegt sedimentäres Material bei weitem. Es wird vor allem von Malmgesteinen gebildet: Sandkalke, seewerkalkähnliche Kalke, Quarzsandsteine, Brekzien, Pseudobrekzien und Glimmersandsteine.

Stellenweise sind die (dann meist nicht über faustgroßen) Gerölle durch einen stärker kalkigen Zement etwas verkittet.

Die Grundmasse wird in diesen Fällen von einem spätigen, fast schwarzen Kalk gebildet. Er ist zäh und bricht kantig-muschelig. Schliffe zeigen eine von Eisenoxyd verfärbte Grundmasse aus teils körneligem, teils klarem, kristallinischem Kalzit. Darin liegen wenige Glimmerschuppen. Fossilien: Echinodermen- und Zweischalerreste sind häufig, daneben einzelne größere, onkoidisch umrandete Bruchstücke von Schalenresten, viele Bryozoenreste (?) und wenige, unbestimmte Foraminiferen.

Brekzien treten im mittleren Malm an verschiedenen Stellen im Zusammenhang mit Quarzsandsteinen und Kalken auf. Meist bestehen die 2 bis 3 cm großen Komponenten aus den dichten Malmkalken, das Bindemittel aus Quarzsandstein oder Kalk. Typische polygene Brekzien wurden erst im Tithon beobachtet.

Vorkommen: In den Grabser Klippen fanden sich Konglomerate und Brekzien in dem gegen Nordwesten gerichteten Anriß unter dem Rücken, welcher von Punkt 1056.57 m gegen Guscha hinunterzieht. Ein kleineres Vorkommen von Konglomeraten liegt unterhalb des Wegleins von Werden nach Monpellin (Koordinaten 749625/228212).

Im Wäldchen nordöstlich Werden ist ein Profil aufgeschlossen, das sowohl Gesteine des mittleren Malms als auch des Tithons umfassen dürfte. Im obern mittlern Malm treten dort glaukonitische, brisisandsteinähnliche Sandsteine und sandige Kalkbrekzien auf. Ähnliche Gesteine beobachtet man nur noch in der Waldecke nordwestlich unter Werdegg.

Aus den im Vorhergehenden beschriebenen Gesteinstypen baut sich zum überwiegenden Teil die Schichtfolge des mittleren Malms auf (vgl. das Sammelprofil, Fig. 5).

c) Das Tithon

Wie in der Falknis-Decke[42], so ist auch in den Grabser Klippen das Tithon der einzige durch Fossilien sicher nachgewiesene Malmhorizont.

Das stratigraphische Sammelprofil Fig. 5 zeigt den lithologischen Charakter des Tithons, das im Verhältnis zum mittleren Malm bedeutend weniger klastische Einstreuungen enthält. Solche treten vor

allem noch an der Basis auf, während in den höheren Partien lichte, seewerkalkähnliche, dichte Kalke überwiegen.

Die Untergrenze des Tithons haben wir dort gezogen, wo (zum Beispiel nördlich Guscha, gerade am Waldoberrand links vom Weglein) der fazielle Charakter der Bänke rasch ändert und statt der grobsandigen und eher massigen Bänke des mittleren Malms zum ersten Male kalkige oder feinkörnigere, plattig-bankige Serien mit nur untergeordneten grobklastischen Einstreuungen auftreten.

Die Obergrenze des Tithons wird von der Transgressionsfläche des Neocomien gebildet.

Die lithologische Ausbildung des Tithons ist im Gegensatz zum mittleren Malm relativ konstant. Wir können daher die Schichtfolge des Tithons an Hand des Sammelprofils Fig. 5 besprechen. Es lassen sich folgende Gruppen ausscheiden:

1. Basis des Tithons. Wechsellagerung von Radiolarienkalken und Schiefermergeln. Relativ häufige klastische Einstreuungen.
2. Kalkbänke mit Hornsteinlagen, wechsellagernd mit Schiefermergeln; dichte Kalke. Vereinzelte klastische Einstreuungen.
3. Vorwiegend helle, dichte, seewerkalkähnliche Kalke.

1. *Die Basis des Tithons (= 1 in Fig. 5)*

Über dem mittleren Malm mit Konglomeraten und sandigen Glimmerschiefern folgt (zum Beispiel nördlich Guscha im Walde) eine gut gebankte Serie, mit der wir das Tithon beginnen lassen.

Es handelt sich um eine im gesamten wohl 8 bis 10 m mächtige Wechsellagerung von dunkelgrauen, dichten, schwach fleckigen, im Mittel 20 cm mächtigen Kalkbänken mit ebenso mächtigen grauen Mergelschiefern. Daneben finden sich auch ganz weiß anwitternde, muschelig brechende, schwärzliche Radiolarienkalke. Im großen scheint die Serie gut gebankt zu sein und ihre Entstehung einer relativ ruhigen Sedimentation zu verdanken. Bei genauerem Zusehen sieht man jedoch einzelne Kalkbänke stratigraphisch auf wenige Dezimeter Erstreckung in den schwarzen Mergelschiefern auskeilen, während andere auf kurze Distanz zu doppelter Mächtigkeit anschwellen. Zwischen den Kalken finden sich in die Mergel eingebettet bis 20 cm lange und etwa 2 bis 3 cm dicke Nester und Linsen einer bunten polygenen Brekzie. Die gleiche Brekzie tritt zusammen mit einer sandigen Echinodermenbrekzie auch an der Basis des Komplexes als Bank auf. Eine ganz ähnliche Gesteinsfolge

wurde auch im Wäldchen nordöstlich Werden gefunden und zum Tithon gestellt. Die polygene Brekzie tritt dort in verschiedenen Lagen auf, als Bänke und kleine Nester.

Sie ist an der Basis meist etwas schiefrig, verwittert vorwiegend braun und ist auf frischem Bruch dunkelgrau, fast schwarz. Die hellen Komponenten heben sich gut ab. Das Gestein verwittert mit rauher, löcheriger Oberfläche. Häufig finden sich Tonschmitzen und Glimmerschuppen.

Dünnschliffe zeigen folgendes Bild: In der Kalkgrundmasse liegen dicht gedrängt bis zu 2 cm große Komponenten. Die Quarzkörner sind teils gut gerundet, teils eckig. Sie sind oft stark zerklüftet, jedoch meist nicht deutlich undulös auslöschend. Ferner finden sich Körner von Kalzit und Plagioklas, daneben viele aufgearbeitete Gesteinsbrocken. An fremdem Gestein überwiegen bei weitem die Komponenten sedimentärer Herkunft, so dichte Kalke, Radiolarienkalke, Calpionellenkalke, Dolomite, Sandsteine und ein oolithischer Kalk. Das kristalline Material setzt sich aus granitischen Gesteinen, einzelnen stark zersetzten Gneisgeröllen und einem Gerölle mit myrmekitischer Verwachsung von Quarz und Feldspat zusammen.

In der Grundmasse beobachtet man seltene Echinodermen- und Bryozoenreste, ferner *Nodosaria sp.* und *? Epistomina sp.*

Das Auftreten von Calpionellenkalken als Komponente von Brekzien, die wir zum untern Tithon stellen, ist auffällig. D. TRÜMPY[42] gibt jedoch im Falknisgebiet *Calpionella alpina* LORENZ schon aus dem mittleren Malm an.

Mit diesen polygenen Brekzien verknüpft sind graublaue, kalkige Schiefer, welche Radiolarien führen, sowie dünne Bänklein von stark glaukonitischem Sandstein.

Gegen oben treten die klastischen Einstreuungen zurück, und es folgt

2. *Kalkbänke mit Hornsteinlagen usf. (= 2 in Fig. 5):*

Es handelt sich zur Hauptsache um eine etwa 15 bis 20 m mächtige Serie von gut gebankten, dichten, dunkeln Kalken in hellblaugrau anwitternden Bänken von wenigen Zentimetern bis zu 2 dm Mächtigkeit. Teilweise sind die Kalke etwas fleckig und schlierig verfärbt und oft von stylolithischen Tonhäuten durchzogen. Einzelne Bänklein enthalten kohlige Schmitzen. Gewisse Bänke sind dunkel, graugrünlich, andere hell, dicht und seewerkalkähnlich. Die letzteren können 1 bis 1,5 m mächtig werden. Einzelne Bänke enthalten unregelmäßig eingestreute Quarzkörner, andere führen Hornsteinlagen, wie solche auch im Tithon der Falknis-Decke auftreten.

Die hellen dichten, seewerkalkähnlichen Kalke zeigen ein ähnliches Schliffbild wie die Kalke des mittleren Malms.

In der oben beschriebenen Serie finden sich, vor allem in den dunkeln Kalken, vereinzelte Belemnitenreste und schlecht erhaltene Aptychen.

In dieser Schichtfolge sind klastische Bildungen eher selten. Vereinzelt finden sich Quarzsandsteinbänke und eine wenig mächtige Brekzienlage. Auch Pseudobrekzien treten noch auf.

Vorkommen: Gesteine der Gruppe 2 (Fig. 5) sind vor allem in dem kleinen Wäldchen ob Winnewies, ferner in der Waldecke unter Werdegg (SSE Brand) gut aufgeschlossen.

3. *Dichte, helle Tithonkalke (= 3 in Fig. 5):*

Die Schichtgruppe – 3 – des Sammelprofils Fig. 5 entspricht einer relativ einheitlichen Serie. Sie wird hauptsächlich aus dichten, seewerkalkähnlichen, lichtgrauen bis gelblichen Kalken aufgebaut, welche stellenweise etwas kristallinisch sind. Die dichten Kalke werden oft von stylolithischen Tonhäuten durchzogen.

Die Kalke wittern weißlich an, zeigen muscheligen Bruch und zerspringen beim Anschlagen klingend, bis auf einige mehr mergelige, schwach fleckige Varietäten. Sie sind gut gebankt, in meist 5 bis 40 cm dicken Lagen, selten mächtiger. Die dazwischenliegenden Schiefer sind oft nur wenige Millimeter bis Zentimeter mächtig.

Ähnliche Kalke haben wir schon im mittleren Malm beschrieben (S. 63). Die dichten Tithonkalke unterscheiden sich von den dichten Kalken des mittleren Malms durch das Auftreten von

Calpionella alpina LORENZ.

Die mehr mergeligen Kalke enthalten Radiolarien. Stellenweise (zum Beispiel am Berglitenstein) treten auch blaugraue Kalke auf, welche relativ reich an sehr schlecht erhaltenen Fossilien sind (Aptychen, bis 5 cm große Gastropoden).

Die lichten Kalkserien werden durch Einlagerungen von sandigen Glimmerschiefern unterbrochen.

Vorkommen: Helle dichte Tithonkalke und mergelige dichte Kalke finden sich am Berglitenstein sowie in dem Anriß im Walde direkt nördlich des Berglitensteins.

Die Tithon-Necomien-Grenze (vgl. Fig. 6):

Zwischen dem Malm (Tithon) und der Unterkreide (Neocomien) läßt sich in den Grabser Klippen, im Gegensatz zum Bei-

spiel zum Falknisgebiet, eine scharfe Grenze ziehen. Sie wird von der Transgressionsfläche des Neocomien auf das Tithon gebildet und ist besonders schön aufgeschlossen am untern, nördlichen Waldrand nordnordöstlich Punkt 983.69 m (Berglitenstein) an dem kleinen Felsabsturze.

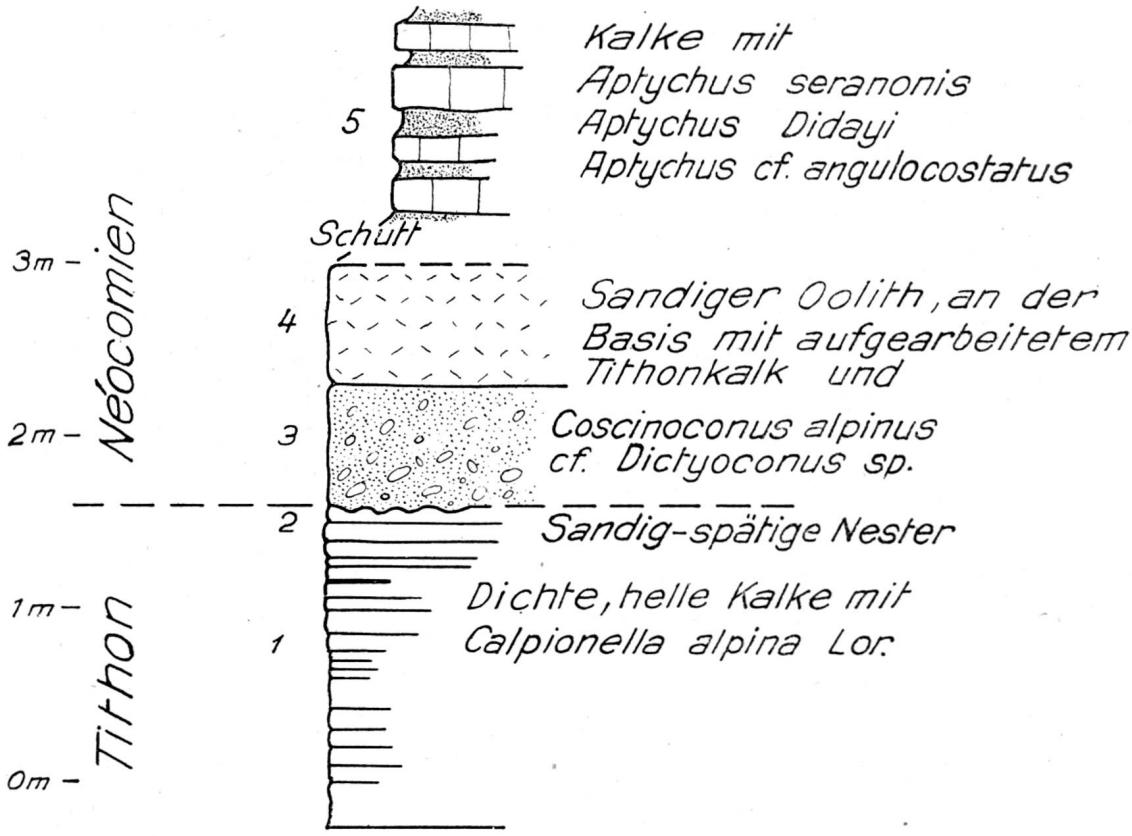

Fig. 6. Detailprofil des Kontaktes zwischen Tithon und Néocom der Grabser Klippe.

Die obersten zwei Meter des Tithons werden von dichten, hellen Kalken mit *Calpionella alpina* Lor. gebildet. Stellenweise finden sich im Schliff unregelmäßige Einstreuungen von Quarzkörnern, Feldspäten und kleinen granitischen Gesteinsbrocken (1 in Fig. 6).

In den obersten 10 bis 20 cm der Tithonkalke lassen sich stärker brekziöse, sandige und spätige Nester und Lagen beobachten (2 in Fig. 6). Teilweise handelt es sich um eine grobe Echinodermenbrekzie, welche uneben und rauh, mit bräunlicher Farbe anwittert. Die Echinodermenbrekzie ist durch seitliche Übergänge mit einer Brekzie verknüpft, welche über 1 cm große Brocken des dichten Tithonkalkes in einer Grundmasse aus großen Echinodermenbruchstücken und dichtem Kalk führt. Sowohl in den aufgearbeiteten

Kalkbrocken als auch in der dichten Grundmasse findet man *Calpionella alpina* LORENZ.

Über die Tithonkalke mit den brekziösen Nestern und Lagen transgrediert das Neocomien.

II. DAS NEOCOMIEN

Das Neocomien wurde in den Grabser Klippen zum ersten Male von D. TRÜMPY[42] nachgewiesen. Er bestimmte *Aptychus seranonis* COQU., *Aptychus didayi* COQU. sowie *Belemnites ? bicanaliculatus*. Die Gesteine beschrieb er als: «. . . dünnbankige, hellgraue, fleckige, dichte, mergelige Kalke und Mergelschiefer, dunkle Schieferkalke. Die fleckigen Kalke sind mit präalpinen Neokomfleckenmergeln lithologisch identisch. Ihre Schichtfläche zeigt hin und wieder braune Limonitkügelchen und eine oft auffällige Glimmerführung.»

ARN. HEIM[16 45] stellte die in den Grabser Klippen auftretenden Fleckenkalke ins Neocomien.

Fig. 5 zeigt, daß das Neocomien der Grabser Klippen zur Hauptsache aus einer etwa 25 bis 30 m mächtigen Serie mergeliger, gut gebankter Kalke besteht. Nur an der Basis finden sich in geringer Mächtigkeit klastische Bildungen, es sind dies die Transgressionsgesteine des Neocomien.

Fig. 6 ist ein Profil durch den Kontakt zwischen Tithon und Neocomien. Auf den Tithonkalk mit den brekziösen Nestern und Lagen transgrediert über eine leicht unebene Auflagerungsfläche das Neocomien mit einem im Mittel etwa 70 cm mächtigen Konglomerat (3 in Fig. 6). In einer dunkelgrauen bis schwarzen, spätigen und unter der Lupe sandig-oolithischen Grundmasse schwimmen viele, gut gerundete Gerölle aus dichtem Tithonkalk. Die Größe der Gerölle wechselt, die kleinsten sind weniger als 1 Millimeter groß, die größten übersteigen selten doppelte Faustgröße. Die hellen Malmgerölle heben sich sehr deutlich von dem dunkeln Untergrunde ab, die Grenze ist sowohl im Handstück als im Schliff absolut scharf.

Während in den basalen Lagen die kleinen und großen Gerölle scheinbar wenig sortiert zusammen vorkommen, nehmen im allgemeinen die großen Gerölle gegen oben rasch ab, und das Basalkonglomerat geht auf etwa 30 cm Distanz in einen schwach sandigen Oolith über (4 in Fig. 6).

Dieser im Durchschnitt 70 cm mächtige Oolith ist spätig und von grünlichgrauer bis oliver Farbe. Er wittert bräunlich und rauh an.

Sowohl das Konglomerat wie der Oolith besitzen dieselbe, bald klare und kristallinische, bald dichte Kalzitgrundmasse. In ihr liegen größere oder kleinere, gut gerundete Gerölle von Tithonkalken mit *Calpionella alpina* LOR., daneben finden sich jedoch hauptsächlich bis 1 mm große Ooide. Ihre Schale besteht oft aus mehreren Lagen und erreicht eine Dicke von 0,3 bis 0,4 mm. Als Ooidzentren treten Splitter von Calpionellenkalken und dichten Kalken sowie Quarzkörner auf. Häufig sind daneben im Zentrum der Ooide vor allem Foraminiferen (Textulariden und Milioliden), ferner Echinodermenreste und Schalenbruchstücke von Gastropoden und Lamellibranchiern. Neben den Ooiden und Geröllen von Tithonkalk beteiligen sich am Aufbau des Basalkonglomerats und des Ooliths noch Quarzkörner und seltene Feldspäte, ebenso verschiedene Kalkgerölle und Bruchstücke von glimmerreichem Sandstein und von Oolithen. In der Grundmasse kann man verschiedene Reste von Organismen erkennen, nämlich Algen, Stromatoporen, ? Hydrozoen, Aptychen, Schalen verschiedener Mollusken (Gastropoden), Spongienreste, Echinodermen, Bryozoenreste und ? Ostracoden. Einzelne Gerölle zeigen eine eigenartige Umkrustung (? Codiaceen). An Foraminiferen lassen sich Milioliden, *? Nubecularia sp.* und

Coscinoconus alpinus LEUPOLD und BIGLER

beobachten, ferner eine kleine kegelförmige Foraminifere, die wir als

? Dictyoconus sp.

bezeichnen möchten. Sie läßt sich mit den von J. PFENDER in «Les foraminifères du Valanginien provençal» (Bull. Soc. géol. de France, 5e série, tome 8, 1938) auf Tafel XIV, Nr. 4, und Tafel XV, Nrn. 1 und 3, abgebildeten und dort als *Dictyoconus walnutensis* CARSEY bezeichneten Formen vergleichen. Leider sind jedoch die in etwa 30 Schliffen aufgefundenen zwei Schnitte zur sicheren generischen Bestimmung ungenügend.

Über dieser basalen Ausbildung des Neocomien in oolithisch-konglomeratischer Fazies mit *Coscinoconus* und *? Dictyoconus* folgt eine im Minimum 20 m mächtige Serie gut gebankter Kalke, welche den eigentlichen Neocomien-Aptychenkalk bilden (5 in Fig. 6). Ein Zusammenhang dieses Aptychenkalkes mit höheren Horizonten kann nicht beobachtet werden. Seine Gesamtmächtigkeit kann deshalb nicht bestimmt werden.

Der *Aptychenkalk* besteht aus 30 cm bis 50 cm mächtigen Kalkbänken, die mit ebenso mächtigen oder dünneren Lagen eines kalkigen Schiefers wechsellagern. Die Bänke bestehen bald aus dichten, grauen, bald aus hellen, gelblichen Kalken, welche meist mergelig sind. Die hellen Kalke gleichen den Tithonkalken, sind jedoch etwas dunkler als diese, meist leicht fleckig und nicht so fossilreich. Sie zeigen oft nur dunkle Punkte und kleine schnurförmige Flecken. Die Schichtflächen sind hin und wieder von Limonitkügelchen bestreut. Daneben tritt häufig ein relativ harter,

klingender, auf frischem Bruch hellgrau bis grünlicher Kalk mit großen, unscharf begrenzten Flecken und Schlieren auf. Er bricht muschelig und enthält im Dünnschliff viele umkristallisierte Radiolarien. Untergeordnet erscheinen schwach sandige Kalke.

Die Neocomien-Aptychenkalke zeigen somit im großen das Bild einer relativ einheitlichen, gut gebankten und teilweise plattigen Serie. Sie wittern einheitlich hell weißlich oder bräunlich an. Die von D. TRÜMPY[42] aus dem Neocomien der Grabser Klippen angeführten Aptychenformen

(Lamell-) Aptychus seranonis COQUAND
(Lamell-) Aptychus didayi COQUAND

konnten wiedergefunden werden. Neu ist

Lamellaptychus cf. angulocostatus PETERS

Diese Aptychenformen sind leitend für das Neocomien. Relativ häufig wurden auch Belemniten beobachtet.

Die Verbreitung des Neocomien ist aus Tafel III ersichtlich. Ein Aufschluß mit guter Aptychenfauna findet sich im Anriß im Wald nordnordöstlich Punkt 1056.57 m.

Im Naturhistorischen Museum Basel liegt in einer Exkursionssammlung vom Jahre 1909 ein Stück Neocomienkalk mit einem Belemniten, welches von der Straßenkurve nordnordöstlich Winnewies stammen soll. Es gelang nicht, diese Fundstelle wiederzufinden.

Gesteine incertae sedis:

Im Anschluß an die Besprechung des Neocomien soll hier noch ein charakteristischer Gesteinstyp angeführt werden, welcher nur an zwei Stellen der Grabser Klippen in stratigraphisch unsicherer Lage gefunden wurde.

Es ist dies ein massiger, kompakter, hellgrauer Kalksandstein, welcher hell- bis dunkelgrau anwittert. Auf frischem Bruch ist er spätig.

An Makrofossilien fand sich darin eine *Terebratula sp.* Im Schliff beobachtet man in einer klaren Kalzitgrundmasse bis 2 cm große Gerölle. Es sind vor allem Quarzkörner und Brocken von Sedimentgesteinen. Den größten Teil der Komponenten bilden aber Organismenreste. So finden sich Bruchstücke von Echinodermen, Korallen, *? Solenopora*, Bryozoen, ? Kalkalgen (? Codiazeen), ? Schwammreste und unbestimmbare Schalenreste von Mollusken. An Foraminiferen treten auf

Coscinoconus alpinus LEUPOLD und BIGLER
Coscinoconus elongatus LEUPOLD und BIGLER

daneben *Ophalmidium sp.*, Milioliden und Rotaliden.

Coscinoconus wurde in den Grabser Klippen nur in den zum Neocomien gehörenden Transgressionsbildungen über dem Tithon und nicht im Malm beobachtet, ist aber kein Leitfossil.

Fundstellen: Der Kalksandstein findet sich als einzelner Block direkt südlich des Hauses südöstlich Hinteregg (Tafel III, neben den Couches rouges). Ein entsprechender Sandstein steht im Anriß nordnordöstlich Punkt 1056.57 m im Walde an. Der Malm ist an jener Stelle auf das Neocomien überschoben worden. Es ist unsicher, ob der beim Überschiebungskontakt anstehende Kalksandstein zum Malm oder zum Neocomien gestellt werden muß.

In den Grabser Klippen ließen sich weder *Tristelkalk* noch *Gault* nachweisen. Gewisse glaukonitische Sandsteine, welche gaultähnlichen Habitus besitzen, stehen im Wäldchen nordöstlich Werden an (vgl. S. 68). Als Blöcke finden sie sich im Klippengebiet an verschiedenen Stellen. Sie waren schon H. P. CORNELIUS[7] aufgefallen, der sie mit dem Feuerstätter Sandstein verglich und die Möglichkeit andeutete, daß es sich bei diesen Gesteinen um Gault handle. Die Glaukonitsandsteine sind jedoch sowohl durch laterale als auch vertikale Übergänge so eng mit Malmgesteinen verknüpft, daß für sie nur Malm-Alter in Frage zu kommen scheint.

Es konnte nicht entschieden werden, ob Tristelkalk und Gault aus stratigraphischen oder tektonischen Gründen in den Grabser Klippen fehlen.

III. DIE COUCHES ROUGES (OBERKREIDE BIS TERTIÄR)

Der Nachweis von Couches rouges in den Grabser Klippen ist das Verdienst ARN. HEIMS[16]. Er stellte sie zum obern Turonien und Senonien. Im besondern beschrieb er die Couches rouges aus einem Profil, welches sich an der Westseite der Rinne findet, welche im Walde nordöstlich unter Hönegg in fast Süd-Nord-Richtung verläuft.

Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß die mehr oder weniger einheitliche Schichtreihe der Couches rouges der Grabser Klippen vom Turonien bis in das Tertiär reicht. Die eigentlichen roten Lagen scheinen sogar erst im Tertiär aufzutreten. Die Serie läßt sich folgendermaßen unterteilen:

Als tiefstes Glied treten hauptsächlich ganz dichte, porzellanige, seewerkalkähnliche, muschelig brechende und teilweise leicht

fleckige, lichtgraue Kalke, untergeordnet auch Kalkschiefer, auf. Sie lassen schon auf frischem Bruch den Reichtum an Foraminiferen erkennen. Vor allem führen sie

Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU)
Globotruncana lapparenti cf. coronata BOLLI
Globotruncana lapparenti cf. bulloides VOGLER.

Sie vertreten also das Turonien und Coniacien, vielleicht noch Teile des Santonien.

Darüber folgen hauptsächlich graue Mergel mit

Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU)
Globotruncana leupoldi BOLLI

Sie dürften dem Santonien und Campanien angehören. In den höhern Niveaux gehen sie über zum Maestrichtien, in welchem zwei deutlich differente Ausbildungstypen vorliegen, die beide

Globotruncana stuarti DE LAPPARENT

führen. Es sind

a) ein grauer, schwach sandiger Kalk. Im Schliff zeigt er in der Kalkgrundmasse sehr viele kleine Schalentrümmer von Foraminiferen;
b) helle, grünlichgraue oder gelbliche Mergelschiefer mit scharf begrenzten, bis 1 cm langen, strichförmigen, dunkeln Flecken. Sie enthalten etwas Glaukonit.

Die gegenseitigen Beziehungen (? seitlicher Übergang) zwischen a und b sind nicht abgeklärt.

Die hellen, gelblichen Mergelschiefer mit *Globotruncana stuarti* DE LAPPARENT (b) enthalten *Einlagerungen von Brekzien.* Solche lassen sich in einem nur etwa 2 m² großen Aufschluß im Weglein an der Südwand des Hauses bei Hinteregg beobachten, an der Stelle, wo auf der Alvierkarte[45] und auf Tafel III Couches rouges angegeben sind. Die Brekzie bildet keine eigentliche Bank, sondern erscheint unregelmäßig verteilt in die Couches rouges eingestreut. Die Komponenten sind im Mittel 0,2 bis 0,4 cm groß, erreichen maximal etwa 1 bis 1,5 cm. Es konnten nur Komponenten sedimentärer Herkunft beobachtet werden, vor allem dichte Kalke, ferner Radiolarien- und Calpionellenkalke und Siltsteine. Dazwischen liegen einzelne Quarzkörner, welche zum Teil undulös auslöschen. In einem Kalkgerölle fand sich *Globotruncana aff. helvetica* BOLLI.

Klastische Einlagerungen in den Couches rouges werden von D. TRÜMPY[42] auch aus dem Falknisgebiet beschrieben, jedoch weichen sie in bezug auf das Alter und die Zusammensetzung der Komponenten erheblich von denjenigen der Grabser Klippen ab (Falknis hauptsächlich kristalline Komponenten im Senonien).

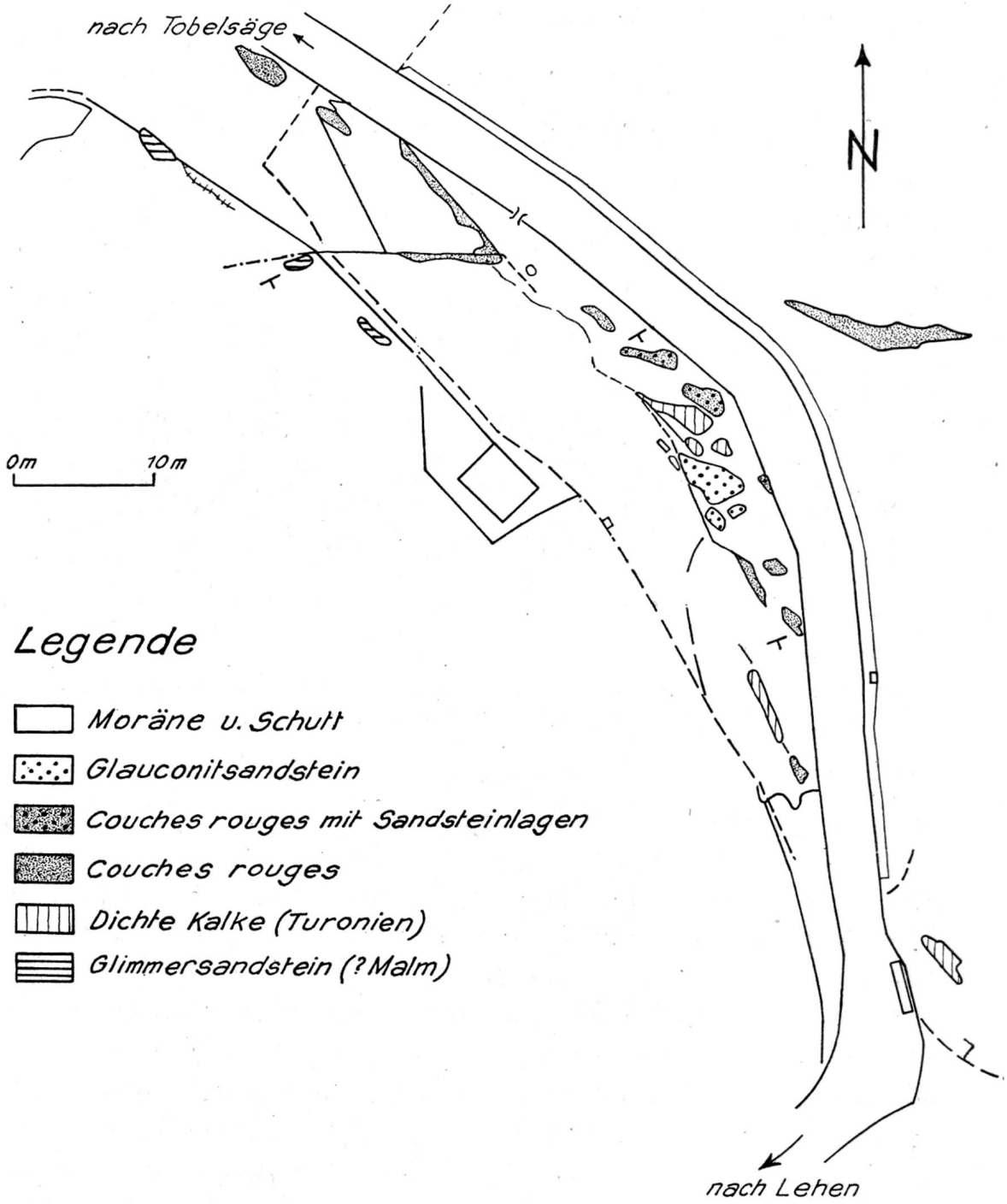

Fig. 7. Geologische Kartenskizze der Straßenkurve NNE Hönegg.

Die hellen Mergelschiefer des Maestrichtien gehen nach oben über in hell-grünlichgraue oder gelblichgraue, glaukonitführende Mergelschiefer. Damit verknüpft treten dunkelrote bis weinrote sowie dunkle, feinsandige, fleckige Mergelschiefer auf.

Diese Gesteine enthalten im allgemeinen reichlich *Globigerina sp.* und *Globorotalia sp.* Sie bilden die Hauptmasse der Couches rouges. Da die Couches rouges des Maestrichtiens gegen oben ohne erkennbare Grenze in die Schiefer mit Globorotalien übergehen, dürften letztere wohl zum Paläozän (? eventuell teilweise noch zum Danien) gehören.

Ein interessantes Profil dieser tertiären Couches rouges läßt sich an der Straßenkurve nordöstlich Hönegg beobachten (vgl. Fig. 7). Die hellen, dichten Kalke des Turonien sind an jener Stelle mit dem tertiären Anteil der Couches rouges stark verschuppt. In den tertiären Schiefern sind bis 3 cm dicke Sandsteinbänklein in Abständen von 5 cm zu 5 cm eingelagert. Es sind graugelb verwitternde, quarzreiche Sandsteine mit reichlich dunkelgrünem Glaukonit. Die Foraminiferenfauna setzt sich vor allem aus *Robulus*- und *Haplophragmium*-ähnlichen Formen zusammen.

Ein großer Block eines zähen Glaukonitsandsteins ist in diesem Profil an der Kurve nordöstlich Hönegg auf helle dichte Kalke des Turoniens überschoben worden (Fig. 7). Er dürfte, seiner Ausbildung entsprechend, mit dem Glaukonitsandstein der tertiären Couches rouges identisch sein, ist jedoch mächtiger und nicht mehr im ursprünglichen Schichtverband erhalten.

Der Dünnschliff zeigt dicht zusammengeschweißte Kalzit- und Quarzkörner, ferner Glaukonit, etwas Glimmer und Pyrit. Stellenweise überwiegt jedoch eine braun verfärbte Kalzitgrundmasse über die klastischen Einstreuungen. Neben zahlreichen Echinodermentrümmern fand sich in diesem Glaukonitsandstein in schlechtem Erhaltungszustand

Discocyclina aff. seunesi DOUVILLE.

Eine sichere stratigraphische Einteilung der Couches rouges nach Farbtönen und lithologischer Ausbildung ist nicht durchführbar. Rote Schieferlagen scheinen jedoch nur im Tertiär aufzutreten. Selbst wo die Profile scheinbar ungestört aussehen (zum Beispiel Rinne im Wald nordnordöstlich Hönegg), hat die genauere Untersuchung gezeigt, daß eine intensive Schuppung der Kreide- und Tertiäranteile der Couches rouges vorliegt.

Die Mächtigkeit der Couches rouges ist daher schwer festzustellen, doch dürfte sie nur etwa 40 bis 50 m betragen.

Vorkommen: Die Couches rouges treten vor allem im topographisch tiefern, östlichen und nordöstlichen Teile der Grabser Klippen auf (vgl. Tafel III). Auf Quote 1245 m im obern Strickerntobel treten in einem isolierten Vorkommen Fleckenmergel mit *Globotruncana stuarti* DE LAPPARENT auf. Sie gleichen den Couches rouges des Maestrichtiens der Grabser Klippen. Ein Verbindungsglied zwischen diesem vereinzelten Aufschluß oberkretazischer Fleckenmergel mit den Couches rouges der Klippen könnte in dem kleinen Vorkommen von Couches rouges im Wäldchen südsüdöstlich Salegg (ob Grabser Bädli, siehe Tafel I) gesehen werden, doch konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob die Mergelschiefer im Strikkernbach wirklich zu den Couches rouges der Klippen gehören.

C. ZUSAMMENFASSUNG DER STRATIGRAPHIE DER GRABSER KLIPPEN.

VERGLEICH MIT ANDERN GEBIETEN

Die Zusammenfassung soll einen kurzen Überblick über die Geschichte der Sedimente der Grabser Klippen geben und einem Vergleich mit andern Gebieten, vor allem der Falknis-Decke, dienen.

Im *Malm* fällt besonders die zum Beispiel gegenüber dem Helveticum *außerordentlich klastische Ausbildung* speziell des mittleren Malms auf. Die Konglomerate, Brekzien und grobkörnigen Sandsteine sowie das Auftreten von kohligen Schmitzen deuten auf die Nähe eines Festlandes während der Ablagerung der oberjurassisischen Sedimente der Grabser Klippen hin. Eine Zyklengliederung des Malms, wie sie zum Beispiel von D. STAEGER[40] im Wilerhorngebiet durchgeführt werden konnte, erscheint hier unmöglich. Wohl lassen sich im einzelnen oft gut ausgebildete Kleinzyklen beobachten, das Bild im großen wird jedoch stets durch neue grobe Konglomerat-, Brekzien- oder Sandeinstreuungen gestört. Bemerkenswert und an die *Flyschsedimentation* erinnernd, ist auch das enge Zusammenvorkommen von Radiolarienkalken, groben polygenen Brekzien in Nestern, dichten Kalken und Sandsteinen im untern Tithon. Erst gegen oben tritt ruhigere Sedimentation ein – es

überwiegen dichte Kalke, Einstreuungen von Quarzkörnern treten zurück.

Innerhalb des Malms haben zu verschiedenen Malen kleinere und größere Sedimentationsunterbrüche stattgefunden. Die Komponenten der Brekzien und Konglomerate des Malms sind zum überwiegenden Teil auch wieder Malmgerölle, welche wir von ältern, bereits verfestigten Malmsedimenten herleiten können. Fremde Gesteine treten zurück.

Das *Neocomien* transgrediert mit einem Basalkonglomerat auf das Tithon. Die häufigen Gerölle von Calpionellenkalk im Basalkonglomerat weisen auf einen Abtrag des obern Tithons bei der Transgression des Neocomien hin. Es ist fraglich, ob das Basalkonglomerat altersmäßig den tiefsten Schichten des Neocomien entspricht, das heißt ob ältestes Neocomien in den Grabser Klippen ausgebildet ist. Über dem Basalkonglomerat folgt zunächst eine eher küstennahe Oolithbildung, darüber die mehr bathyalen Ablagerungen der Aptychenkalke. Ob das Neocomien gegen oben vollständig ausgebildet ist, konnte ebenfalls nicht entschieden werden.

Zur Klärung der Verhältnisse während des Zeitraumes vom Urgonien bis zum Turonien fehlen uns Anhaltspunkte.

Vom *Turonien bis in das Maestrichtien* treffen wir die bathyalen Ablagerungen der *Couches rouges*. Eine Auflagerung der basalen, dichten Kalke des Turoniens auf ältere Schichten ist nirgends beobachtbar. Im Maestrichtien nehmen die *Couches rouges einen klastischen Charakter* an. Die ruhige Sedimentation wird durch Brekzieneinstreuungen gestört, und im Tertiär lagern sich sogar Glaukonitsandsteine in die Mergelschiefer ein.

Für einen Vergleich der Schichtserie der Grabser Klippen mit ähnlich ausgebildeten Schichtfolgen kommt in der näheren Umgebung nur die *Falknis-Decke* in Betracht. Die Übereinstimmung der beiden Schichtkomplexe ist recht auffällig. Der mittlere Malm ist in beiden Gebieten konglomeratisch, brekziös und sandig ausgebildet, das Tithon wird hauptsächlich charakterisiert durch dichte Kalke mit *Calpionella alpina* LORENZ. Das Neocomien führt beide Male an der Basis Oolithe, darüber Fleckenkalke. Die hangenden Schichtglieder lassen sich allerdings nicht mehr so gut vergleichen: Tristelkalk und Gault fehlen der Grabser Klippe, die Couches rouges sind bedeutend mergeliger als diejenigen der Falknis-Decke. In der obersten Kreide und im Tertiär fehlen vergleichbare Gesteine.

Die Mächtigkeit der Schichtreihe der Grabser Klippen ist bedeutend geringer als diejenige der Falknis-Decke, wie aus folgendem Vergleich hervorgeht:

	Max. Mächtigkeit in der Grabser Klippe	Max. Mächtigkeit in der Falknis-Decke (nach *D. Trümpy*, Lit. 42)
Tertiär	etwa 20 m	? Flysch, ? 100 m
Obere Kreide	etwa 30 m	etwa 160 m
Mittlere Kreide	fehlt	etwa 270 m
Untere Kreide	etwa 30 m	etwa 140 m
Tithon	etwa 30 m	etwa 200 m
Mittlerer Malm	? etwa 60 m	etwa 200 m
Unterer Malm	? etwa 20 m	etwa 70 m

Bei diesem Vergleich ist zu berücksichtigen, daß die Mächtigkeit verschiedener Schichtglieder der Grabser Klippen wohl auch aus tektonischen und nicht nur aus stratigraphischen Gründen reduziert ist. Wenn diese Zahlen daher auch nur grobe Durchschnittswerte angeben, so vermitteln sie doch einen Begriff von den Mächtigkeitsunterschieden.

Wir teilen die Überzeugung von D. TRÜMPY[42], der auf Grund seiner Beobachtungen die *Grabser Klippen* in das *Faziesgebiet der Falknis-Decke* stellte. Er war der Ansicht, daß die Grabser Klippe *tektonisch eher tiefer (nördlicher)* liege als die Falknis-Decke. Die geringere Mächtigkeit der Schichtserie der Grabser Klippe sowie die abweichende Ausbildung der Oberkreide und des Tertiärs könnte durch diese Annahme erklärt werden.

E. KRAUS[25] gelangte 1932 auf Grund seiner Flyschuntersuchungen im Allgäu und Vorarlberg zur Ansicht, daß die Grabser Klippe seiner Oberstdorfer Decke angehöre, deren tektonische Stellung jedoch noch zur Diskussion steht (vgl. auch Lit. 11). J. CADISCH[5] nimmt für die Grabser Klippe eine vermittelnde Stellung zwischen Ultrahelveticum und Unterostalpin an, eine Ansicht, welche sich gut mit den Anschauungen D. TRÜMPYS und den Ergebnissen unserer Untersuchungen deckt. H. P. CORNELIUS[7] verglich 1926 die Grabser Klippe mit der Simmendecke, doch können wir dieser Parallelisation nicht vorbehaltlos zustimmen. Wohl treten dichte Malm-Aptychenkalke und Couches rouges in sehr ähnlicher oder übereinstimmender Ausbildung in den Klippen der Zentral- und

Westschweiz und in der Simmen-Decke auf, doch ist aus jenen Gebieten keine so klastische Ausbildung des Malms bekannt. Ebenso fehlen der Grabser Klippe die Radiolarite und das mächtige Cenomanien, welche die Simmen-Decke charakterisieren. Ein Vergleich der Grabser Klippen mit zentralschweizerischen Klippen oder Einheiten der Préalpes wird durch die große gegenseitige Distanz, das Fehlen von Verbindungsgliedern und die Unterschiede in der lithologischen Ausbildung sehr erschwert und müßte sich in reinen Vermutungen erschöpfen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Grabser Klippen sehr wahrscheinlich als Rest einer früher weiter ausgebreiteten unterostalpinen Falknis-Decke speziell nördlicher Teile derselben, betrachtet werden müssen.

D. DIE TEKTONIK DER GRABSER KLIPPE

(vgl. Tafel II und Tafel III)

Die Klarstellung der Tektonik der Grabser Klippen wird durch verschiedene Umstände erschwert. Die Aufschlüsse sind nicht zusammenhängend, größere Antiklinalen oder Synklinalen sind in dem kleinen Gebiet, das die Grabser Klippen einnehmen, nicht mehr erhalten. Zudem wird fast die ganze Oberfläche des Grabserbergs in der Gegend der Klippen von großen Rutschungen eingenommen, welche auch heute noch in Bewegung sind (vgl. S. 88). Versackte Schichtkomplexe und Sackungsbrüche lassen sich im Klippengebiet an vielen Stellen beobachten.

D. TRÜMPY[42] spricht von der Grabser Klippe als «stark laminierte Deckscholle, die auf Wildflysch ruht». Dem ersten Teil dieser Aussage können wir ohne weiteres zustimmen; denn in großen Zügen bilden die Gesteine der Grabser Klippen eine meist flach gegen Südosten einfallende Platte, die durch kleine Brüche etwas zerhackt wird und stellenweise in sich selbst verschuppt ist.

Am Berglitenstein (vgl. Profil, Tafel II) ist der Rest einer Synklinale im Tithon erhalten geblieben, die Muldenfüllung besteht aus Neocomien.

Vom Berglitenstein entlang dem Rücken gegen Punkt 1056.57 m hinauf läßt sich der Malm als eine durch kleinere Brüche etwas zerhackte Platte verfolgen. Er streicht im allgemeinen gegen Nordosten und fällt flach gegen Südosten ein.

Von Bergliten-Werdegg nach Nordosten finden sich vor allem Couches rouges, welche ebenfalls im allgemeinen Nordost-Streichen und Südost-Fallen aufweisen, bis unterhalb der Straße nordöstlich Hönegg. Dort setzt an einem Bruch wieder der Malm ein.

Kleinere Auf- und Überschiebungen finden sich oft in der Grabser Klippe. So ist nördlich unter Punkt 1056.57 m der Malm auf Neocomien überschoben.

An der Straßenkurve nordnordöstlich Hönegg (vgl. Fig. 7) sowie in der Rinne darunter sind die Couches rouges stark geschuppt, es liegen mindestens drei Schuppen aus tertiären und oberkretazischen Couches rouges vor.

Wenn auch keine direkten Beweise dafür vorliegen, darf doch die *Grabser Klippe als das höchste noch erhaltene tektonische Element der östlichen Wildhauser Mulde* betrachtet werden. Das geht hervor aus ihrer Lage in bezug auf die andern Einheiten der östlichen Wildhauser Mulde (vgl. Tafel II) sowie aus einem Vergleich mit den stratigraphisch-tektonischen Verhältnissen im Vorarlberg und in Liechtenstein (vgl. dazu Lit. 11).

Zwischen die Kreideflyschserie und die Grabser Klippen schiebt sich ein Keil von Gesteinen der Schuppenzone, die beide Einheiten unterlagert (vgl. Profil, Tafel II). Der Kontakt zwischen den Klippen und ihrer Unterlage ist nirgends einwandfrei aufgeschlossen. Wo er einigermaßen sicher festgestellt werden kann, scheinen die Klippen stets entweder auf den Amdener Schichten oder auf dem Wildflysch der Schuppenzone zu ruhen.

Die Lage der Klippen im Profil (siehe Tafel II) deutet darauf hin, daß die Grabser Klippen auch nach der Überschiebung über Kreideflysch und Schuppenzone noch tektonisch beeinflußt worden sind. Es läßt sich jedoch nicht eindeutig feststellen, ob es zu einer eigentlichen Einwicklung der Klippen kam.