GEOLOGICA BAVARICA

Herausgegeben
vom
BAYER. GEOLOGISCHEN LANDESAMT

Nr. 15

Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg

von

Franz Traub

München

Mit 4 Abbildungen

MÜNCHEN 1953

GEOLOGICA BAVARICA

Herausgegeben
vom
BAYER. GEOLOGISCHEN LANDESAMT

Nr. 15

Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg

von

Franz Traub

München

Mit 4 Abbildungen

MÜNCHEN 1953

Satz und Druck: Akademische Buchdruckerei F. Straub, München

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einführung 5

2. Die Schichtfolge im Helvetikum des Haunsberges 5

a) Oberkreide (Campan — Maastricht) 5

b) Paleozän (Landénien) 7

c) Untereozän (Cuisien) 11

d) Mitteleozän (Lutétien) 13

d_1) Die südliche Vollentwicklung des Mitteleozäns 14

d_2) Die nördliche Teilentwicklung des Mitteleozäns (Adelholzener Schichten) . . 17

e) Höheres Eozän 19

3. Profile aus der Schuppenzone 20

4. Die Faziesverhältnisse und ihre paläogeographische Bedeutung 29

5. Tektonische Verhältnisse 33

6. Zusammenfassung 36

7. Angeführte Schriften 37

1. Einführung

Als Berichtigung und Ergänzung zu meinen Arbeiten von 1936 und 1938 lege ich hier einige Ausführungen vor, die sich vor allem mit der neuen Gliederung der Eozänablagerungen von St. Pankraz am Haunsberg und den sich hieraus ergebenden faziellen und tektonischen Verhältnissen und verwandten Fragen beschäftigen. Die neue Gliederung des Mitteleozäns in Roterz-, Mittel- und Schwarzerzschichten ist in der geologischen Übersichtskarte zu meiner Arbeit über die miozäne Meeresmolasse ostwärts Laufen/Salzach (1945—1948) bereits angedeutet, während ich den ersten Entwurf der beigegebenen geologischen Karte der Schuppenzone von St. Pankraz mit Legende bereits Ende 1949 Herrn Prof. Dr. G. GÖTZINGER als Teilstück zur Herausgabe von Blatt Salzburg 1 : 50 000 zur Verfügung stellte.

2. Die Schichtfolge im Helvetikum des Haunsberges

Die Schuppenzone von St. Pankraz umfaßt zwar nur die ostwärtige Oichtentalflanke des Haunsberges zwischen Gastein und Kleinoiching mit Paleozän und Eozän; zum näheren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen erscheint es jedoch zweckmäßig, auch auf die obere Kreide weiter nördlich im Raum von Nußdorf und die dort vor kurzem aufgefundenen Adelholzener Schichten des Mitteleozäns etwas einzugehen.

a) Oberkreide (Campan — Maastricht)

Die obere Kreide ist in zwei typischen Schichtgliedern, den älteren Pattenauer Mergeln und den etwas jüngeren Gerhardsreuter Schichten entwickelt. Ältere Kreideablagerungen sind im helvetischen Bereich des Haunsberges oberflächlich nicht aufgeschlossen.

Die Pattenauer Mergel

Die hellen, grauen Fleckenmergel aus dem Graben von Nußdorf südlich Kletzlberg, ferner am Waldrand rd. 100 m westlich Kletzlberg und im Graben 500 m nordöstlich der Kirche Nußdorf mit zahlreichen Inoceramen, *Ananchytes ovata* LAMCK., *Terebratulina gracilis* SCHLOTH., *Limea nux* GÜMB., *Dimyodon nilsoni* v. HAG., *Baculites* sp., *Heteroceras* aff. *polyplocum* RÖM., *Pachydiscus* sp., *Belemnitella mucronata* SCHLOTH. sind ins obere Campan zu stellen (TRAUB 1936, 1938; K. GÖTZINGER 1937). O. KÜHN & G. ZINKE (1939) haben für gleichaltrige Schichten weiter ostwärts vom Strandbad Mattsee und für die etwas jüngeren Gerhardsreuter Schichten Aturien angegeben, eine Abteilung, die zwischen Campan und Maastricht steht. Die Mächtigkeit der Pattenauer Schichten läßt sich mangels geeigneter Aufschlüsse nicht näher angeben. Sie dürfte jedoch

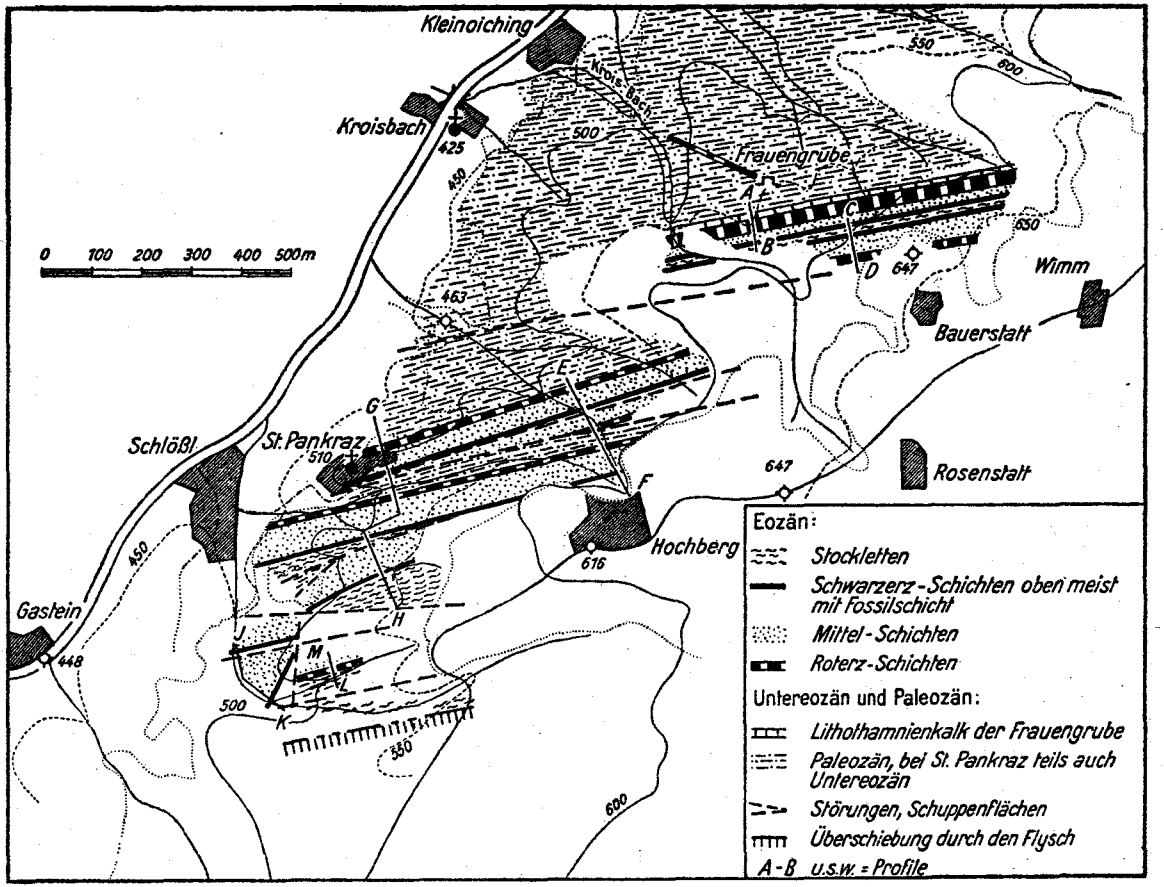

Abb. 1.

Geologische Karte der Schuppenzone von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg.

mindestens 100 m betragen. Zahlreiche verdrückte Fossilien, Harnische und Calzitspäne weisen auf starke tektonische Beanspruchung in der Nähe der Alpenrandstörung hin.

Die Gerhardsreuter Schichten

Die typischen dunkelgrauen, kalkreichen Mergel, die zahlreiche sehr schön erhaltene Protozoen, darunter auch nach H. HILTERMANN & W. KOCH (1950, S. 602) *Bolivinoides draco draco* (MARSSON), und nach meinen früheren Bestimmungen *Pholadomya decussata* MANT., *Lispodesthes magnifica* BÖHM, *Desmoceras* sp. usw. enthalten, habe ich 1938 als oberstes Campan bis unteres Maastricht angegeben. WEDEKIND (1940, S. 178) reiht diesen Horizont in sein oberes Campan S V a ein. Herr Dr. HILTERMANN, Hannover, dem ich Proben für die mikropaläontologische Untersuchung übersandte, teilte mir brieflich am 30. 11. 48 mit, wofür ich hier noch besonders danken möchte, daß in einer Probe Hinweise für tiefstes Maastricht, ev. noch oberstes Campan, etwa WICHER's Mucronatensenon 6 und in einer anderen Probe zahlreiche sichere Arten aus dem Maastricht etwa WICHER's Mucronatensenon 7 vorhanden sind.

Die Grenze der Gerhardsreuter Schichten gegenüber den Pattenauer Mergeln und dem Paleozän ist im Gelände nirgends aufgeschlossen. Letztere muß entgegen meiner Darstellung 1938 bereits in der Gegend von Waidach liegen, wo Herr Dr. HILTERMANN in einer übersandten Probe eine nicht besonders reiche, aber charakteristische Lagenidenfauna fand. Wahrscheinlich handelt es sich bereits um Paleozän (briefliche Mitteilung wie oben). Auch G. GÖTZINGER (1949, S. 51) hält die Schichten in den Gräben südöstlich und südsüdöstlich von Waidach neuerdings für Paleozän. Den hier angekündigten Untersuchungen der Mikrofaunen durch die Rohölgewinnungs-A.G. kann mit großem Interesse entgegengesehen werden.

b) Paleozän (Landénien)

Die Überlagerung der Oberen Kreide durch Paleozän ist im Gelände nirgends aufgeschlossen. Der anscheinend allmähliche Faziesübergang spricht gegen eine größere Schichtlücke, obwohl das Danien bisher durch Fossilien nicht nachweisbar ist und in der Paleozänfauna des Krois-Baches nur schwache Anklänge an das Montien vorhanden sind. In dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse ähnlich wie am Kressenberg, wo O. M. REIS (1895, S. 52) und M. SCHLOSSER (1925, S. 203) von einer vollkommen geschlossenen Sedimentreihe zwischen Kreide und Eozän sprechen. Demnach fehlen hier im Süden eindeutige Anzeichen für die laramische Phase ganz im Gegensatz zum Ablagerungsbereich der mitteleozänen Adelholzener Schichten im Norden, die transgressiv über oberer Kreide liegen.

Weitaus die besten Aufschlüsse im Paleozän mit seiner einzigartigen Molluskenfauna finden sich im Kroisbachgraben westlich und nordwestlich der Frauengrube [1]). Hier habe ich vor 1938 13 Grabungen (Kch 1 — Kch 13) durchgeführt. Sie sind aus Abb. 2 zu ersehen.

[1]) Siehe auch K. GÖTZINGER (1936 und 1937).

Die wiederholte Begehung in den letzten 10 Jahren zeigte noch deutlicher als früher, daß in der Hauptsache zwei verschiedene Gesteinsausbildungen vorliegen und zwar überwiegend dunkle bis schwärzliche feinsandige Mergel mit einer ausgesprochen kleinwüchsigen Fauna (Kleinfauna) und untergeordnet als

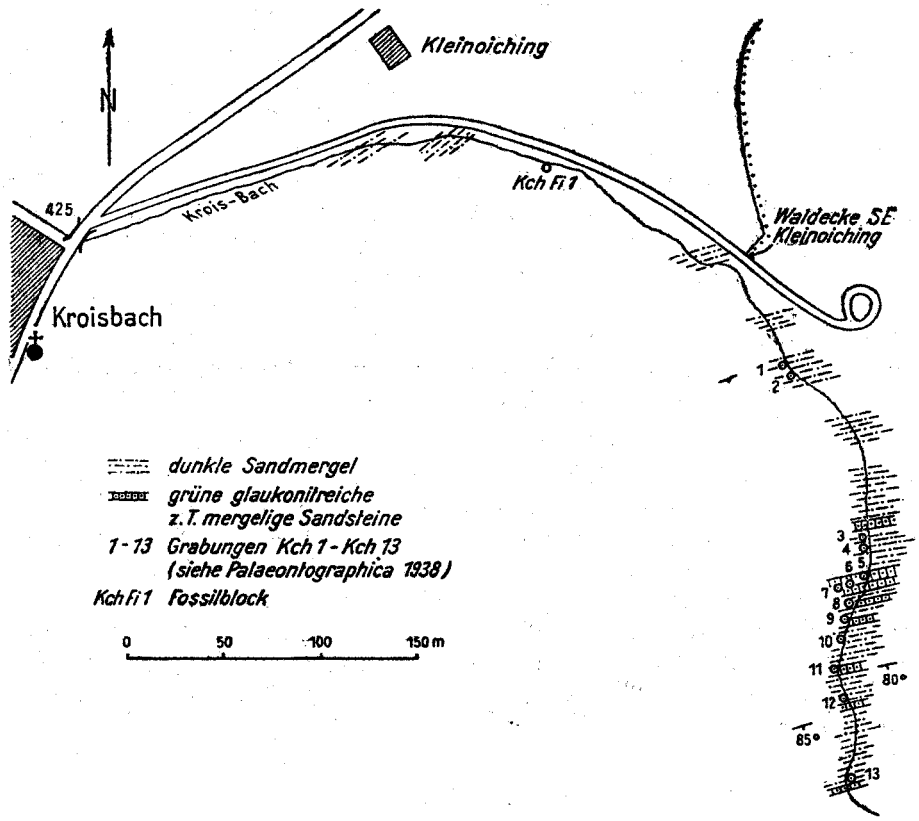

Abb. 2. Skizze der Grabungen im Paleozän des Krois-Baches.

Einschaltungen in diesen oft intensiv dunkelgrüne, glaukonitreiche, mittel- bis grobkörnige, z. T. mergelige Sandsteine von 2—8 m Mächtigkeit mit kopf- bis 0,5 m großen, sehr harten Konkretionen und großwüchsigen Fossilien (Großfauna). Beide Sedimente gehen normalerweise ineinander über und ebenso ihre Faunen. Gelegentlich stoßen sie aber unvermittelt aneinander wie südlich der Grabungen Kch 9 und Kch 11. Der faunistische Unterschied dürfte jedoch nicht altersmäßig begründet sein, sondern faziell. Der Glaukonitreichtum und die gröbere Körnung sprechen für stärkere Strömung und Durchlüftung und damit für bessere Lebensbedingungen, unter denen sich eine wesentlich artenreichere und großwüchsigere Fauna entwickeln konnte als in der glaukonitfreien, wenig durchlüfteten und gelegentlich durch Pyritknollen auf die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff hinweisenden dunklen Sandmergelfazies. Die im Profil mehrfach abwechselnden Groß- und Kleinfaunen deuten, wie das Sediment selbst, auf Rekurrenz der Fazies und Faunen hin. Eindeutige Anzeichen für Schichtwieder-

holungen durch Falten- oder Schuppenbau, welch letzteren ich 1938 angenommen habe, sind zwischen den Grabungen Kch 1 bis Kch 13 nicht zu erkennen. Die Gesamtmächtigkeit des Paleozäns dürfte etwa 250 m betragen. Im ganzen wird die Schichtfolge von Norden gegen Süden in Richtung zur Frauengrube jünger, wie weiter unten noch näher zu erläutern ist.

Die zahlreichen Fossilien, insgesamt 116 Arten, darunter 16, die mit bereits bekannten Arten des französisch-belgisch-englischen Tertiärbeckens zu identifizieren sind, sprechen für jungpaleozänes Alter und zwar Thanétien, einschließlich Sparnacien, die beide mit dem belgischen Landénien zusammenfallen. Ein schwacher Montieneinschlag ist in den tieferen Profilstrecken zu erkennen.

Eine nähere Untersuchung der paleozänen Fauna in ihrer Beziehung zum Sediment und zum Schichtprofil liefert folgendes Bild, wobei vorausgeschickt sei, daß die Grabungen am Krois-Bach annähernd in nordsüdlicher Anordnung aufeinander folgen und die Grabung Kch 1 in den liegenden Schichten des Paleozäns, die Grabung Kch 13 in den hangenden Schichten durchgeführt wurde. Soweit bei den Fossilien kein Autorennamen steht, handelt es sich um Arten, die ich 1938 erstmalig beschrieb.

Als faziesindifferente Arten kommen sowohl im dunklen Sandmergel wie in den glaukonitreichen Sandsteinen vor:

Leda excavata
Leda gabrielis
Cucullaea crassatina LAMCK.
Arca heterosculpta
Pycnodonta frauscheri
Parvamussium austriacum
Cyprina scutellaria LAMCK.
Crassatella kroisbachensis
Corbula regulbiensis MORRIS
Corbula elliptotrigona
Arrhoges granocarinatus
Tudicla cassidariformis
Ancilla flexuosa v. KOENEN

Unter den faziesempfindlichen Formen sind als wichtigste zu nennen:

im dunklen Sandmergel mit seiner Kleinfauna:

Stephanophyllia regularis
Trochocyathus kroisbachensis
Graphularia salisburgensis
Leda haunsbergensis
Tellina brevirostralis
Natica kleinoichingensis
Metacerithium epicretaceum
Metula reticularis
Exilia trifasciata
Pleurotoma juvavica,

im glaukonitreichen mergeligen Sandstein mit seiner Großfauna:

Balanophyllia schlosseri
Nucula schlosseri
Pycnodonta pseudovesicularis GÜMB.
Miocardia atava
Nemocardium granosulcatum
Pleurotomaria kroisbachensis
Xenophora gravesiana D'ORB.
Metacerithium paleocaenium
Pseudoliva serrata
Aturia sp.

Auf bestimmte Grabungen und Profilstrecken sind ohne Berücksichtigung eines streckenweisen Fehlens beschränkt:

	Grabungen am Krois-Bach (Kch 1—13)
Ampullina haunsbergensis	1—5
Stephanophyllia regularis	2
Leda excavata	2—5
Corbula regulbiensis MORRIS	3—12

Admete latecostata	4
Crassatella kroisbachensis	4
Cardita frauscheri	4
Metacerithium epicretaceum	4—10
Arca heterosculpta	4—10
Cucullaea crassatina LAMCK.	4—11 (?13)
Natica kleinoichingensis	5
Crassatella oenana GÜMB.	5—12
Nemocardium granosulcatum	5—13
Parvamussium austriacum	5—10
Plicatula cyclostroides	5—8
Cyprina scutellaria DESH.	5—11
Pseudoliva serrata	5—8
Nucula schlosseri	6—7
Miocardia atava	6—11
Ampullina austriaca	6—13
Athleta elevata	6—11
Athleta laevigata	6—11
Nautilus imperialis	6—11
Schizaster schlosseri	7
Terebratulina eggeri	7
Pycnodonta pseudovesicularis GÜMB.	7—11
Exogyra eversa MEIL. var. *alata*	8
Pseudoliva binodosa	8—11
Volutilithes undulosus	8—11
Ananchytes austriaca	11
Crassatella scutellaria DESH.	11
Beloptera broilii	11
Pleurotomaria kroisbachensis	11
Pseudoliva prima DESH.	11
Graphularia salisburgensis	12
Crania austriaca	12
Tellina brevirostralis	12
Pecten (Amussium) cf. *duplicatus* WOOD	12
Pleurotoma juvavica	12
Aturia sp. neuerdings rd. 5 m südlich, ferner unmittelbar unter der Untergrenze des Unteren Lithothamnienkalkes (Kimelsberg, Waidach).	13

Auffällig ist auch, daß nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse innerhalb einzelner Gattungen einige Arten in tieferen, andere in höheren Profilstrecken auftreten oder sich gegenseitig überschneiden. So reicht

Leda excavata	von Kch 2—5
Leda gabrielis	von Kch 2—7 und ? weiter bis 12
Leda haunsbergensis	von Kch 4—12
Ampullina haunsbergensis	von Kch 1—5
Ampullina austriaca	von Kch 6—13
Metacerithium epicretaceum	ist beschränkt auf Kch 4
Metacerithium paleocaenicum	reicht von Kch 7—11
Pseudoliva serrata	von Kch 5—8
Pseudoliva binodosa	von Kch 8—11
Pseudoliva prima DESH.	ist beschränkt auf Kch 8.

Neben einer beträchtlichen Anzahl von Fossilien mit größerer vertikaler Reichweite treten im Paleozänprofil des Krois-Baches einige mit geringerer vertikaler Verbreitung auf. Ob es sich hierbei tatsächlich um Zonenfossilien handelt,

muß späteren Untersuchungen in bisher unbekannten, weiter entfernten Paleozänprofilen überlassen bleiben. Es soll hier lediglich auf diese Möglichkeit hingewiesen werden. Daß hierfür bereits jetzt bestimmte Anhaltspunkte vorhanden sind, geht daraus hervor, daß O. M. Reis (1895, S. 9 und 88) eine *Aturia prozigzag* (nomen nudum) erwähnt und zwar in glaukonitischen Mergeln von Neukirchen in Oberbayern, die mit dem Unteren Lithothamnienkalk parallelisiert werden. Außerdem nennt Reis (S. 57) eine *Crania subtuberculata* (nomen nudum!) aus dem unmittelbaren Liegenden des Unteren Lithothamnienkalkes von Mattsee. Beide Arten sind vermutlich ident — eine Nachprüfung ist leider nicht mehr möglich und würde neue Fossilaufsammlungen an Ort und Stelle erfordern — mit unserer *Aturia* sp. und *Crania austriaca*, die in gleicher geologischer Position am Haunsberg ebenfalls in den höchsten Paleozänschichten beheimatet sind.

Im Kroisbachgraben sind die hangendsten Schichten des Paleozäns nur ungenügend aufgeschlossen. Etwa 3 m südlich Grabung Kch 13 schaltet sich unter abgestürzten Blöcken von Nummulitenkalksandsteinen ein stark glaukonitischer, mergeliger Sandstein ein mit massenhaft Pycnodonten *(P. frauscheri)*. Hier fand sich ähnlich wie im Graben von Kimelsberg auch ein Steinkern einer *Aturia* sp. Der Abstand vom Unteren Lithothamnienkalk kann nur noch wenige Meter ausmachen.

Weiter ostnordöstlich der Frauengrube, rd. 40 m westlich des Wasserfalles im Graben südöstlich Waidach läßt sich in einer offensichtlich aus der Steilwand herausgekippten Partie der gleiche mergelige, dunkle Glaukonitsandstein mit ebenfalls massenhaft Pycnodonten und *Aturia* sp. in inniger Verzahnung mit den Unteren Lithothamnienkalken ähnlich wie im Graben von Kimelsberg unter dem Wasserfall beobachten.

c) Untereozän (Cuisien)

Den Abschluß des Paleozäns nach oben bildet im Bereich der Frauengrube, ähnlich wie im Graben von Kimelsberg oder am Wartstein bei Mattsee, der Untere Lithothamnienkalk, eine Bezeichnung, die für die Verhältnisse in Oberbayern auf C. W. v. Gümbel zurückgeht und den Unterschied gegenüber den im Stockletten eingelagerten oberen Lithothamnienkalken, dem sog. „Granitmarmor", unterstreichen soll.

Der Untere Lithothamnienkalk verzahnt sich im Liegenden mit den stark glaukonitischen Sandmergeln des Paleozäns und enthält in den unteren Partien noch reichlich Glaukonit. Zuweilen ist er auch etwas mergelig entwickelt. Seine Mächtigkeit beträgt rd. 15 m.

An Fossilien fanden sich bis jetzt nur wenig charakteristische Stielglieder von *Rhizocrinus suessi* Hebert et Munier Chalmas, der aus dem Cuisien der Spileccoschichten Oberitaliens bekannt ist. Ferner sind vertreten Bryozoen, Würmer, Seeigelstacheln und vor allem kleine papierdünne Discocyclinen von 2—5 mm Durchmesser, die bis heute noch nicht näher bestimmt werden konnten. Reis erwähnt die gleichen Discocyclinen aus Mattsee (1895, S. 57) und aus dem Jobstenbruch bei Neukirchen (S. 57). Neuerdings konnte auch *Nummulites planulatus* (Lamarck) A-Form nachgewiesen werden, wodurch das untereozäne Alter feststeht. Daneben finden sich noch Assilinen von 3—5 mm Durchmesser.

Die Fauna und Flora des Unteren Lithothamnienkalkes soll bei Gelegenheit bearbeitet werden.

Der Untere Lithothamnienkalk kennzeichnet am Haunsberg einen nördlichen Ablagerungsbereich des Untereozäns, ähnlich wie weiter im Westen im Jobstenbruch am Kressenberg bei Teisendorf in Oberbayern. Weiter südlich fehlt er bei St. Pankraz und südlich davon vollständig und wird durch Sandmergel und Grobsande vertreten, wie die nachfolgenden Profile zeigen:

Etwa 250 m ostnordöstlich der Kirche St. Pankraz und rd. 40 m nördlich der Schlößl-Nordwand stehen von Nord gegen Süd folgende Schichten an:

1.	dunkle, rostfarbig verwitternde Sandmergel mit winzigen Kohleschüppchen an einer kleinen Steilstufe	rd. 2—3 m
2.	nach einer aufschlußlosen Strecke von etwa	5 m
3.	grobkörniger, mergeliger, bräunlichgrauer, weißgesprenkelter Sand	0,90 m
4.	eine kleine Wand von graubraunem, grobkörnigem Kalksandstein, die sich zumindest durch Lesesteine gegen Nordosten noch etwa 200 m weiter verfolgen läßt. Eingeschlossen sind einzelne Quarzgeröllchen bis 1 cm Durchmesser und zahlreiche guterhaltene Stücke von *Crania austriaca* TRAUB, *Pecten (Amussium)* cf. *dupplicatus* WOOD. Seltener sind *Crassatella scutellaria* DESH., *Crassatella oenana* GÜMB. und *Crassatella kroisbachensis* TRAUB, *Pycnodonta frauscheri* TRAUB, *Taras alta* TRAUB, *Arca laudunensis* DESH. und *Athleta laevigata* TRAUB. Die Bank enthält eine Reihe von Fossilien, die ich bereits 1938 aus einem im Krois-Bach aufgefundenen losen Block Kch Fi 1 (vgl. Abb. 2) beschrieben habe und die, wie *Crania austriaca*, z. T. auch in der Grabung Kch 12 am Krois-Bach vorkommen	0,20 m
5.	graubrauner Mürbsandstein mit *Crania austriaca* TRAUB	3,70 m
6.	eine aufschlußlose Strecke von etwa	1 m
7.	graubraun verwitternder Sandmergel mit zahlreichen Pycnodonten und *Plicatula cyclostroides* TRAUB (s. 1938, S. 9)	0,70 m

Die Schichten Nr. 1—7 gehören noch ins Paleozän.

Weiterhin folgen gegen Süden 30 m Gehängeschutt bis zur Schlößl-Nordwand. In diesem Raume wäre der Untere Lithothamnienkalk zu erwarten. Es stehen aber weiter gegen Osten im Graben, der von Hochberg herunterkommt, dunkel- bis hellgraue, z. T. verquetschte Sandmergel an. Am Fuße der Schlößl-Nordwand, unter dem Wasserfall, werden sie von 0,20 m dunklem Sandmergel mit wenig gerundeten Quarzgeröllen, weiterhin von Mürbsandstein mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE und dann von Nummulitenkalksandstein der Schlößl-Nordwand, also von Mitteleozän der Roterzschichten, überlagert. Der Untere Lithothamnienkalk wird demnach hier im Süden durch Sandmergel ersetzt. Wegen der Schwierigkeit der Grenzziehung sind diese in der beigegebenen geologischen Karte nicht näher ausgeschieden und mit dem Paleozän vereinigt.

Im Oberlauf des Grabens von Hochberg treten durch Schuppenbau nochmals ähnliche dunkle Sandmergel des Paleo- bzw. Untereozäns auf. Weiterhin im Streichen der Schichten gegen Westsüdwest zeigt sich jedoch in der Geländemulde südlich der Kirche St. Pankraz eine weitere Faziesdifferenzierung im Paleo- bzw. Untereozän. Die dunklen Sandmergel werden hier in steilem Einfallen gegen Süden von rd. 40 m weißlichem, meist grobkörnigem Quarzsand überlagert. Dieser enthält auch wenig gerundete Quarzgerölle bis 1,5 cm Durchmesser und stark zersetzte kaolinisierte Feldspäte. Der Quarzsand ist zuweilen durchsetzt mit kleinen, bis meterlangen, schmalen Linsen von dunklen Sandmergeln, die besonders schön im alten Steinbruch 150 m südöstlich der Kirche

St. Pankraz aufgeschlossen sind. Im Hangenden verzahnt sich dieser Quarzsand, wie durch Schürfungen festzustellen ist, mit einem Quarzkonglomerat mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE.

Dunkelgraue Sandmergel sind in der Waldlichte 250 m südsüdwestlich der Kirche St. Pankraz tektonisch zwischen Stockletten im Norden und gelben Quarzsanden der Mittelschichten im Süden eingepreßt.

In einem rechten Seitengraben 550 m ostsüdöstlich Pkt. 448 bei Gastein treffen wir fast die gleichen Verhältnisse wie im alten Steinbruch südöstlich St. Pankraz an. Dunkelgraue Sandmergel von 1 m Dicke werden von 6—8 m weißgrauen Quarzsanden mit groben, fast eckigen Quarzgeröllen von 1—1,5 cm Durchmesser überlagert. Letztere sind teils unregelmäßig eingestreut, teils sind sie in dünnen Schichten angeordnet und sehen bei dem steilen Einfallen nach Nordnordwest wie horizontal verlaufende Geröllschnüre aus. Unregelmäßig sind auch hier dunkle Sandmergellinsen eingeschaltet. Darüber folgt gelbbrauner Kalksandstein mit zahlreichen, wenig gerundeten Quarzgeröllen mit *Exogyra eversa* und sehr vielen riffbildenden Terebrateln und Terebratulinen, der jedoch bereits dem Mitteleozän der Roterzschichten angehört.

Zusammenfassend ist festzustellen: Der Untere Lithothamnienkalk der Frauengrube wird bereits im Graben nordwestlich Hochberg durch dunkle Sandmergel und südlich von St. Pankraz durch grobkörnige Quarzsande mit kleinen Quarzgeröllen vertreten.

Nach einer frdl. brieflichen Mitteilung von Herrn Dr. BRAUMÜLLER hat Herr Dr. SCHORS in den Sandmergeln am oberen Ende des früheren Bremsberges der Frauengrube eine Mikrofauna mit *Thurammina papillata* BRADY gefunden, die jener des norddeutschen Untereozäns 1 vollkommen entspricht. Damit erhebt sich die Frage, ob nicht auch schon Sandmergel unter dem Unteren Lithothamnienkalk zum Untereozän zu stellen sind. Die betreffenden Schichten liegen jedoch, wie bereits 1938 von mir erwähnt, genau in der streichenden Fortsetzung der Grabung Kch 11 im Krois-Bach. Südlich von dieser finden sich noch mehrfach sandige, glaukonitische Einschaltungen, so z. B. südlich der Grabungen Kch 12 und Kch 13, mit typischen Paleozänfossilien, u. a. *Cucullaea crassatina* LAMCK., womit die stratigraphische Einordnung eindeutig feststeht.

Das nochmalige Auftreten dunkler Sandmergel mit *Thurammina papillata* BRADY in einem Streifen, der von der Ortschaft Kroisbach gegen Kote 618 ostnordostwärts streicht, findet in Übereinstimmung mit BRAUMÜLLER in tektonischer Wiederholung durch Schuppenbau eine befriedigende Erklärung. Eine weitere Schuppe schließt sich gegen Süden bis etwa zur Grabung Kch 1 an.

d) Mitteleozän (Lutétien)

In der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf in Oberbayern unterschied REIS (1895) im Mitteleozän 4 Fazieszonen, die in nachstehender Weise aufeinanderfolgen: Die Adelholzener Schichten (oberer Teil des Mitteleozäns) im Norden, transgressiv auf Oberer Kreide. Weiter gegen Süden folgen mit voller Entwicklung des Eozäns und meist auch des Paleozäns die Eisenärzter, Kressenberger und schließlich die Sandnockfazies.

Eine ganz ähnliche Faziesdifferenzierung tritt auch am Haunsberg auf. Die Sandnock- und die Kressenberger Fazies ist, wie bereits 1938 von mir erwähnt, auf die Schuppenzone von St. Pankraz im Süden, die Adelholzener Ausbildung,

wie ich neuerdings fand, auf das Gebiet weiter nördlich bei Nußdorf beschränkt, so daß nunmehr eine südliche Vollentwicklung und eine nördliche Teilentwicklung des Mitteleozäns unterschieden werden kann.

d_1) Die südliche Vollentwicklung des Mitteleozäns

Bei starker fazieller Abänderung von Norden gegen Süden läßt sich das Mitteleozän stets gliedern in Roterzschichten (unten), Mittelschichten, Schwarzerzschichten und Fossilschicht (oben). Die Bezeichnungen „Roterzschichten" u. dgl. sind dem alten längst erloschenen Bergbau auf oolithisches Eisenerz im Kressenberg bei Teisendorf in Oberbayern entnommen. Am Haunsberg kommen nennenswerte Eisenoolitheinlagerungen nur südlich St. Pankraz vor. Wegen des sonst gleichen Fossilinhaltes spricht man besser von Roterz- bzw. Schwarzerzvertretern. Eine ausgezeichnete Faunencharakteristik für diese Schichten hat SCHLOSSER 1925 für das Kressenberger Gebiet gegeben. Sie trifft weitgehend auch für den Haunsberg zu. Der SCHLOSSER'sche Begriff „Nebengestein der Schwarzerzflöze" ist ident mit unserer Fossilschicht. Bei der Beschreibung der Schichten schlagen wir auch hier eine nordsüdliche Reihenfolge ein.

Roterzschichten

In der Frauengrube folgt über dem Unteren Lithothamnienkalk ein gelbbrauner Kalksandstein mit kleinen Nummuliten (0,10 m), dann rostbrauner Sandmergel (0,50 m), rostbrauner eisenschüssiger Kalksandstein (0,65 m) mit zahlreichen 1—2 mm großen kalkigen und vererzten Nummuliten und einzelnen kalkigen Nummuliten bis 1 cm Durchmesser, ferner ein rostbrauner Sandmergel (0,45 m) und schließlich ein graubrauner, mergeliger Mürbsandstein mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE, *Operculina canalifera* D'ARCHIAC, kleinen und größeren Nummuliten und *Strombus piriformis* SCHAFH. in einer Mächtigkeit von 2 m. Sehr charakteristisch ist auch eine etwa 1 cm oder wenig größere neue *Plicatula* sp., die ich bei Gelegenheit mit anderen neuen Formen beschreiben möchte.

Die Schichten erinnern sehr an das *„Exogyra eversa*-Lager" des Kressenberges, das REIS (1895, S. 49) wegen eines dem *Num. elegans* SOW. nahestehenden Nummuliten noch ins Cuisien stellt. Dagegen spricht *Strombus piriformis* SCHAFH. als Leitform für Roterzalter.

Über dem Komplex mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE setzen in der Frauengrube die typischen Roterzschichten ein. Es sind massige, ungeschichtete, z. T. sehr harte, grau- bis rotbraune Kalksandsteine von 20 m Mächtigkeit. Neben den zahlreichen Nummuliten sind besonders die Seeigel mit *Echinanthus cuvieri* AG., *Prenaster alpinus* DES., *Linthia insignis* MERIAN, ferner *Terebratula aequivalvis* SCHAFH., *Ostrea gigantica* SOL., *Gisortia gigantea* MÜNST., *Aturia lingulata* v. BUCH, *Nautilus centralis* SOW. zu nennen.

In der Gegend von St. Pankraz ist die Schichtfolge bereits etwas abweichend ausgeprägt. In der ostwärtigen Fortsetzung der Schlößl-Nordwand treten im Graben von Hochberg am Fuße der Steilwand beim Wasserfall über einer 0,20 m mächtigen, mittelkörnigen Quarzgeröll-Lage wiederum *Exogyra eversa* MELLEVILLE und die uns schon aus der Frauengrube bekannte *Plicatula* sp. in einem Mürbsandstein von 3,60 m auf. Die typischen Roterzschichten in Form von rotbraunem Nummulitenkalksandstein darüber erreichen nur mehr eine Mächtigkeit von 10—12 m.

Im Oberlauf des Grabens nordwestlich Hochberg zieht eine Schuppe mit Roterzschichten beim kleinen Wasserfall durch. Wiederum sind hier an der Basis ein kleinkörniges Konglomerat und ein rotbrauner Mürbsandstein jeweils mit *Exogyra eversa* und der kennzeichnenden *Plicatula* sp. in einer Gesamtmächtigkeit von rd. 5 m vorhanden. Darüber folgen die stark veränderten Roterzschichten als dunkelgrauer Mürbsandstein (4 m etwa) und dichter Nummulitenkalksandstein (5 m).

Ähnlich liegen die Verhältnisse in der streichenden Fortsetzung dieses Roterzzuges im alten Steinbruch rd. 150 m südöstlich der Kirche St. Pankraz. Die Konglomeratlage an der Basis enthält wenig gerundete Quarzgerölle von 2—4 cm Durchmesser, ganz selten runde Lithothamnienkalkgerölle. *Exogyra eversa* und die kleine *Plicatula* sp. erscheinen hier in Gesellschaft mit *Echinanthus depressus* DES. und *Pleurotomaria concava* DESH., einer Roterzform des Kressenberges, ein Hinweis dafür, daß *Exogyra eversa* noch ins Lutet heraufreicht.

Ganz abweichend hiervon sind die Roterzschichten weiter im Süden in einem Seitengraben 500 m östlich Gastein entwickelt, wo *Exogyra eversa* in einem konglomeratischen Terebratelriffkalk mit größeren Nummuliten zusammen vorkommt. Der Roterzvertreter hat hier nur mehr eine Mächtigkeit von 2 m.

Mittelschichten

Die Mittelschichten liegen zwischen den Rot- und Schwarzerzschichten. Es sind in der Frauengrube und in St. Pankraz beim Schlößl helle, gelblichweiße, sehr reine, fein- bis mittelkörnige Quarzsande, die früher als Glassand, heute vorwiegend als Schleifsand in der Marmorindustrie verwendet werden. In den Schuppen südlich St. Pankraz nehmen die Sande z. T. rostbraune Färbung an und sind meist schwach kalkig gebunden. Zugleich hiermit stellen sich hier dickbauchige Nummuliten ein, die bereits G. GÖTZINGER (1936) erwähnt. Außerdem fand ich hier *Alveolina oblonga* DESH.

Von einer Mächtigkeit von 18 m im Norden in der Frauengrube schwellen die Mittelschichten nach Süden hin im Graben ostwärts Gastein auf über 100 m bei gleichzeitiger Kornvergröberung an. Das Maximum liegt stets bei einer mittleren Korngröße von 0,2—0,5 mm. Die Korngrößen 2—4 mm und darüber treten nur in den südlichen Schuppen und in diesen wieder mehr in den hangenden Lagen auf. Zur näheren Charakteristik dienen folgende Prozentzahlen:

Korngrößengruppen in mm	> 4	4–2	2–1	1–0,5	0,5–0,2	0,2–0,1	0,1–0,05	0,05–0,02	< 0,02
Probe 1			5,6	6,5	45,4	24,3	7,4	4,1	6,7
Probe 2			1,8	13,2	49,0	23,3	7,6	2,7	2,4
Probe 3		1,5	19,0	24,6	33,5	10,4	5,2	1,8	4,0
Probe 4		3,8	7,7	7,3	54,2	15,0	4,6	2,3	5,1
Probe 5	0,3	13,2	29,0	13,5	22,4	8,6	4,8	2,1	6,1

Herkunft der Proben:

Probe 1 aus der Frauengrube unmittelbar über den Roterzschichten
Probe 2 aus der Sandgrube 50 m ostwärts der Kirche St. Pankraz
Probe 3 vom Jagdweg rd. 175 m südöstlich der Kirche St. Pankraz
Probe 4 vom Jagdweg rd. 200 m südöstlich der Kirche St. Pankraz
Probe 5 rd. 520 m südsüdwestlich der Kirche St. Pankraz.

In meiner früheren Arbeit (1938, S. 18—19) habe ich die Quarzsande der Mittelschichten irrtümlicherweise mit den Quarzsanden im alten Steinbruch südöstlich St. Pankraz vereinigt. Diese liegen aber unter den Roterzschichten und entsprechen etwa dem Unteren Lithothamnienkalk der Frauengrube.

Im Kressenberger Gebiet hat REIS (1895, S. 43) ebenfalls Mittelschichten ausgeschieden. Es sind dort glimmerführende Mergelschichten mit großen Erzbohnen, grobsandige Lagen und vererzte Knollenlagen mit vererzten Fossilien. Diese stammen vorwiegend aus den liegenden Roterzschichten und einer bisher unbekannten Kalkschicht. Die vererzten Knollen führt REIS auf über den Meeresspiegel gehobene und hier vererzte und dann umgelagerte Schichten zurück. Mit den 20 bis über 100 m mächtigen Mittelschichten des Haunsberges haben die nur 1—2 m mächtigen Mittelschichten des Kressenberges faziell nichts, wohl aber durch das Auftreten von *Alveolina oblonga* DESH. und durch ihre Lage zwischen Roterz- und Schwarzerzschichten das Alter gemeinsam.

Schwarzerzschichten

Dieser Schichtkomplex ist gekennzeichnet durch eine artenarme Fauna mit *Conoclypeus conoideus* LESKE und größeren kalkigen und vererzten Nummuliten, welch letztere zerbrochen und abgeschliffen hier auf sekundärer Lagerstätte liegen. Häufig ist *Assilina mammilata*. Faziell machen sich von Norden gegen Süden wie bei den Roterzschichten bedeutendere Abwandlungen bemerkbar.

Im neuen Steinbruch zwischen der Frauengrube und Bauerstatt liegen im Nordflügel der Mulde gelbbraune Kalke mit kalkigen und vererzten Nummuliten (4,10 m) vor, überlagert von 1 m grauen, mergeligen Kalksandsteinen mit zahlreichen Assilinen. Im Südflügel stellt sich an der Basis ein rostbrauner, lockerer Sandstein mit löchrig herauswitternden Sandsteingeröllen bis 4 cm Durchmesser ein, die aus den Mittelschichten abzuleiten sind. An der Liegendgrenze findet sich zuweilen eine bis 0,05 m mächtige Anhäufung von kleinen Quarzgeröllen.

Im Graben 150 m südlich der Kirche St. Pankraz häufen sich die Quarzgerölle beim unteren Wasserfall zu einem kleinkörnigen Quarzkonglomerat mit Korngrößen von 0,5—1 cm und zahlreichen Discocyclinen und dickbauchigen Nummuliten an. Die Mächtigkeit beträgt bereits 0,4 m, ähnlich wie beim oberen Wasserfall des gleichen Grabens und bei den beiden Schwarzerzvertretern im Graben ostwärts Gastein. Hier ist die Gesamtmächtigkeit der Schwarzerzschichten beim oberen Wasserfall etwa 12 m, allerdings durch starke tektonische Zerrüttung und Querstörungen bedingt, während sie normalerweise meist nur etwa 6 m beträgt.

Typisches Schwarzerz ist nur beim südlichsten Nummulitenkalksandsteinzug im Graben von Hochberg und im Graben südlich St. Pankraz als Brauneisenoolith von 0,6—2 m Mächtigkeit entwickelt.

Wie die Roterzschichten beginnen auch die Schwarzerzschichten mit einem Quarzkonglomerat, das nach Süden immer deutlicher in Erscheinung tritt. Die Konglomeratlage der Roterzschichten ist meist etwas grobkörniger als die der Schwarzerzschichten und unterscheidet sich auch faunistisch vor allem durch *Exogyra eversa* sehr scharf von dieser.

Fossilschicht

Die in der Regel über den Schwarzerzschichten liegende Fossilschicht ist ein intensiv grüner, glaukonitreicher, sandiger Mergel mit unregelmäßig gestalteten Phosphoritknollen.

Ihre Mächtigkeit beträgt 0,5—1 m. Sie enthält zuweilen massenhaft Versteinerungen. Calzitschaler wie Pectiniden, Austern, ferner Seeigel sind mit den Schalen, die Aragonitschaler, die meisten Muscheln und Schnecken, in der Regel nur als Steinkerne mit einem glänzenden Anflug von Brauneisenerz erhalten. Die Fossilschicht entwickelt sich in der Frauengrubenmulde aus einem 1—2 m dicken glaukonitischen, mergeligen Kalksandstein des Schwarzerzes, während sie weiter südlich bei St. Pankraz den Schwarzerzkalken, die hier zum Teil Auskolkungen zeigen, unmittelbar aufruhen. Derartige Auswaschungserscheinungen haben bereits GÜMBEL (1886, S. 368) aus Mattsee, REIS (1895, S. 77) vom Kressenberg und ich (1945—1948, S. 166) erwähnt. Vor Ablagerung der Fossilschicht scheint es daher örtlich besonders im Süden zu einem kurzen Auftauchen der Schichten über den Meeresspiegel gekommen zu sein.

Die Ablagerung der Fossilschicht entspricht vermutlich, wie das für ältere Sedimentationszyklen der Schweiz mit Sicherheit bekannt ist, einer Zeit rascher Senkung und langsamer Sedimentation. Es muß späteren Untersuchungen überlassen bleiben, ob hier nicht auch Schichtkondensation vorliegt.

Unter den besonders häufigen und bezeichnenden Fossilien sind am Haunsberg zu nennen: kalkige und vererzte und zerbrochene Nummuliten, *Assilina exponens* SOW., *Terebratula hilarionis* MENEGHINI, *Pecten suborbicularis* MÜNST., *Nemocardium paueri* GÜMB., *Clavagella coronata* DESH., *Cyclostreon parvulum* GÜMB., *Tubulostium spirulaeum* (GOLDFUSS), *Semifusus bifasciaticus* SOW., *Conus helveticus* MAYER.

d_2) Die nördliche Teilentwicklung des Mitteleozäns (Adelholzener Schichten)

Wie in der Gegend von Adelholzen in Oberbayern, 7 km südsüdwestlich Traunstein, sind auch am Haunsberg die Adelholzener Schichten den eisenerzführenden Nummulitenkalksandsteinen weit gegen Norden vorgelagert. Sie sind am und im Fahrweg, der von Nußdorf nach Holzmannberg führt, in einer Meereshöhe von 480—520 m aufgeschlossen. Hier stehen am unteren Waldrand mit Streichen nach Nordnordosten, also spitzwinklig gegen die Alpenrandstörung, und anscheinend mit steilem Einfallen nach Ostsüdosten, von unten nach oben an:

1.	glaukonitischer, mergeliger Kalk mit massenhaft *Assilina exponens* SOW. und *Assilina mamillata* D'ARCHIAC	rd. 12 m
2.	glaukonitischer Mergel mit wenig Assilinen	3 m
3.	Stockletten, hellgrauer Foraminiferenmergel	rd. 100 m
	Die Verbindung mit den folgenden Schichten ist nicht eindeutig aufgeschlossen.	
4.	mergeliger, schwach glaukonitischer Discocyclinenkalk mit *Assilina mamillata* D'ARCHIAC	rd. 20 m
5.	graubrauner Assilinenmergel, unten mit wenigen, oben mit sehr vielen Assilinen, vorwiegend *A. mamillata* D'ARCHIAC, seltener *A. exponens* SOW.	rd. 5 m
6.	Glaukonitmergel (Fallen 62 ° gegen Westnordwest)	0,05 m
7.	Stockletten, hellgrauer Foraminiferenmergel	4 m
8.	Glaukonitmergel (Fallen 70 ° gegen Ostsüdost)	0,05 m

9. grauer Assilinenmergel mit massenhaft *A. mamillata*, untergeordnet *A. exponens*, *Nummulites millecaput* BOUBÉE, *Cyclostreon parvulum* GÜMB. aufgewachsen auf Assilinen und Nummuliten, nur etwa 3 m aufgeschlossen.

Die Schichtfolge 4—9 und ihre Grenzflächen wurden teils mit Spaten, teils mit Handbohrungen aufgeschürft. Für die Mithilfe bei den letzteren bin ich Herrn Dr. ABERER von der Rohölgewinnungs-A.G. zu herzlichem Dank verpflichtet.

Die Adelholzener Schichten lassen im oberen Teil des Profils (Schichten 4—9) einen Muldenbau mit kleinem Stocklettenkern erkennen. Auffällig ist die Lagerung des Glaukonitmergels, die auf eine sich nach oben verengende zusammengedrückte Mulde hinweist und durch Sekundärstörungen bedingt sein dürfte.

Die tieferen Schichten des Profils (Nr. 1—3) stellen vermutlich eine Schuppe aus Adelholzener Schichten und überlagernden Stockletten dar.

Der tiefere Teil der Adelholzener Schichten entspricht nach M. SCHLOSSER (1925, S. 205) mit *Assilina spira* im Kressenberg noch den Schwarzerzschichten, der höhere Teil, die sog. *millecaput*-Schichten, dem Nebengestein der Schwarzerze, also unserer glaukonitischen Fossilschicht.

Die Unterlage der Adelholzener Schichten ist im Gelände nicht aufgeschlossen. Soweit das Kartenbild eine Entscheidung hierüber zuläßt, muß sie im Unterlauf des Grabens 500 m nordöstlich der Kirche Nußdorf und am oberen Waldrand 100 m westlich Kletzlberg aus Pattenauer Mergeln der oberen Kreide bestehen.

Weiter im Süden im Graben von Mühlhäusl liegen auf den Gerhardsreuter Schichten der oberen Kreide, ähnlich wie auf den Pattenauer Mergeln im Graben nordöstlich von Nußdorf, zahlreiche Assilinen als Dachsteine von winzigen Erdpyramiden. Das Anstehende konnte hier selbst noch nicht entdeckt werden.

Es scheint demnach so zu sein, daß die Adelholzener Schichten im Süden auf jüngeren, im Norden auf älteren Horizonten der oberen Kreide transgredieren. Die Schichtlücke umfaßt das Paleozän, Untereozän, die Roterz- und die Mittelschichten. Ob in dieser Zeit Schichten gebildet und später wieder zerstört wurden oder ob das Gebiet damals trocken lag, entzieht sich unserer derzeitigen Kenntnis [2]). Es ergeben sich hier Anzeichen für die laramische oder intereozäne Gebirgsbildung. Die nachweisbare Sedimentation beginnt erst wieder mit der Schwarzerzzeit.

Bezeichnenderweise fehlt auch im Bereich der Adelholzener Schichten die für die südlichen Eozänablagerungen so charakteristische glaukonitische Fossilschicht. Sie wird durch die Assilinenmergel mit *Nummulites millecaput* und ein ganz schmales Band von Glaukonitmergel vertreten.

Die besprochenen Vorkommen von Stockletten scheinen in ganz engem Zusammenhange mit den von F. ABERER & E. BRAUMÜLLER (1949, S. 142) bei Holzmannberg aufgefundenen Stockletten zu stehen. Sie haben jedoch bildungsgeschichtlich sicherlich nichts gemein mit den dortigen von beiden Autoren er-

[2]) H. BARTENSTEIN (1951, S. 672), der auch auf die Ergebnisse von W. WICK, H. C. G. KNIPSCHEER hinweist, hat neuerdings Paleozän und Untereozän im Untergrund der Molasse in Niederbayern gefunden. Höheres Eozän scheint ganz zu fehlen. Dieser Befund läßt sich jedoch paläogeographisch für die Adelholzener Schichten kaum auswerten. Ihr Bereich scheint während des Paleozäns bis zu Beginn der Schwarzerzschichten des Mitteleozäns Festland gewesen zu sein.

wähnten Nummulitenkalksandsteinen. Ein Riesenblock von rotbraunem Nummulitenkalksandstein mit sichtbaren Ausmaßen von 5 × 10 × 15 m liegt 100 m ostnordöstlich Holzmannberg unter dem Jagdweg. Er führt *Prenaster alpinus* Des., *Echinanthus cuvieri* Ag., *Ostrea gigantica* Sol. und zahlreiche Nummuliten, die zuweilen von Lithothamnienknöllchen umkrustet werden. Es handelt sich demnach um Roterzschichten. Vier weitere solche, aber kleinere Blöcke, liegen im Wald 300—400 m südöstlich Kletzlberg, jeweils durch *Prenaster alpinus* als Roterz gekennzeichnet. Ich bringe diese Blöcke nicht in Zusammenhang mit der nahe gelegenen Alpenrandstörung, die Helvetikum und Molasse trennt und von mir nicht mehr als Überschiebung, sondern als Aufschiebung an einer flexurartigen Störung gedeutet wird. Diese, wie viele andere derartige Blöcke aus Nummulitenkalk zwischen der Frauengrube und Nußdorf, halte ich vielmehr als glazial von Süden her verschleppt.

Paläogeographisch betrachtet gehören die Adelholzener Schichten nach den auch sicherlich hier anwendbaren Untersuchungsergebnissen in Oberbayern einem nördlichen Ablagerungsbereich des Mitteleozäns an, die Roterz-, Mittel- und Schwarzerzschichten von St. Pankraz einem südlichen. Die Adelholzener Schichten sind keine lokale Entwicklung im Sinne von O. Ganss (1951), nachdem sie sich von der Schweiz über den Kressenberg und Haunsberg verfolgen lassen und weit im Osten im Gschliefgraben am Traunstein in einem helvetischen Fenster emporkommen.

Nach Auffindung der Adelholzener Schichten an der Oichtentalflanke des Haunsberges ist auch das schon längst bekannte Vorkommen von Stockletten mit Lithothamnienkalken, sog. „Granitmarmor", auf der Ostseite des Haunsberges am Mattsee bei Eisenharting nicht mehr als durch eine Querstörung dorthin versetzt (Traub 1938, S. 24) aufzufassen, noch als eine an der Basis der helvetischen Oberkreide unmittelbar am Überschiebungsrand über die Molasse vorgeschleifte Eozänschuppe (F. Aberer & E. Braumüller 1949, S. 142) zu deuten. Diese Vorkommen reihen sich vielmehr dem gleichen nördlichen, transgressiven Ablagerungsbereich des Eozäns auf Oberkreide wie bei Nußdorf ein.

e) Höheres Eozän

In der Schuppenzone von St. Pankraz, im Teufelsgraben und auf der Südseite des Wartsteins bei Mattsee folgen in ungestörten Profilen über der glaukonitischen Fossilschicht zunächst etwa 1—3 m dunkle, z. T. sogar schwach dunkelgraubraune, sandige Mergel, die den faziellen Übergang zu den hellgrauen Foraminiferenmergeln der Stockletten vermitteln. Im Bereich der Adelholzener Schichten fehlt, wie erwähnt, die Fossilschicht und scheint teilweise durch ein 5 cm dickes, glaukonitisches Sandmergelband vertreten zu sein. Die Stockletten werden also allgemein durch glaukonitreiche, z. T. sehr fossilreiche, geringmächtige Mergel eingeleitet. Mit diesen beginnt nach der durch Auskolkungen über den Schwarzerzschichten im Süden angedeuteten Unterbrechung der Sedimentation ein neuer Cyklus von Ablagerungen. Während in der vorhergegangenen Zeit innerhalb der Schuppenzone eine außerordentliche Faziesdifferenzierung herrschte, stellen sich vom Stockletten ab sehr einheitliche Verhältnisse ein, so daß man an eine mit der glaukonitischen Fossilschicht beginnende Transgression denken muß. Eine Vertiefung des Sedimentationsbeckens war sicher damit verbunden. Sie allein kann allerdings einen derartigen Effekt nicht erklären.

Der Stockletten erreicht südlich St. Pankraz eine Mächtigkeit von etwa 100 m, im Kressenberg jedoch 200—300 m. Oft ist er tektonisch teilweise oder ganz ausgepreßt. Im Süden der Höhe 540 bei Eisenharting am Mattsee treten auch Lithothamnienkalke mit eingeschlossenen Fetzen von graugrünen Stockletten und mit Nummuliten auf, der „Granitmarmor" des Kressenberger Erzbergbaues.

Was die Altersfrage der Stockletten anbelangt, so darf ich auf meine Ausführungen von 1938 (S. 24, 25) verweisen. Auversien im Sinne von SCHLOSSER (1925) oder neuerdings von HAGN (1950) kann jedenfalls nicht vorliegen. Diese Stufenbezeichnung ist durch ABRARD (1933) eliminiert und wird von den Schweizer Geologen meist nicht mehr angewandt. Hingewiesen sei jedoch darauf, daß REIS (1895, S. 80) nach Angaben von J. BÖHM einen obersten Stocklettenhorizont erwähnt und zwar „graue sehr feinsandige, feinglimmerige, dünnplattige Mergelschiefer, welche zahlreich *Meletta*-Schuppen und *Ostracoden* enthalten". Diese Verhältnisse erinnern sehr an die grauen, sandigen Mergel mit Fischschuppen und *Clavulina szaboi*, die S. PREY (1949) über den Stockletten des Ohlstorfer Grabens im helvetischen Fenster rd. 5 km nördlich Gmunden am Traunsee fand und obereozän bis unteroligozän sind. Nachdem zwischen dem Stockletten und diesen jüngeren Schichten wegen des Faziesüberganges keine Sedimentationslücke anzunehmen ist, dürfte die Schlußfolgerung berechtigt sein, daß die Stockletten zumindest zu den basalen Teilen des Obereozäns zu rechnen sind.

3. Profile aus der Schuppenzone

Nach dem stratigraphischen Überblick sollen nunmehr die Profile gebracht werden, die für die Beurteilung der faziellen und tektonischen Verhältnisse von Belang sind. Z. T. stellen sie eine Wiederholung meiner früheren Arbeit dar, großenteils wurden sie jedoch neu aufgenommen. Bei der Profilbeschreibung schlagen wir von der Frauengrube bis zum Graben ostwärts Gastein eine Nordsüdfolge ein. Zur leichteren Übersicht sind größere stratigraphische Einheiten unter der Bezeichnung Roterz- oder Schwarzerzschichten zusammengefaßt, wobei zu den Roterzschichten auch in weiterem Sinne die an ihrer Basis liegenden Schichten mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE gezählt werden.

I. Profil A—B und C—D durch die Frauengrube und den neuen Steinbruch nordwestlich Pkt. 647 bei Bauerstatt

Über dem fast saiger stehenden Unteren Lithothamnienkalk folgen gegen Süden die Roterzschichten im weiteren Sinne und zwar:

1. a) gelbbrauner Kalksandstein mit Brauneisenooiden und sehr kleinen Nummuliten 0,05 m
   b) rostbrauner Sandmergel 0,50 m
   c) rostbrauner Kalksandstein mit Brauneisenooiden, zahlreichen 1—2 mm großen, kalkigen und vererzten Nummuliten und bis 1 cm großen, kalkigen Nummuliten 0,65 m
   d) gelbbrauner Sandmergel (Streichen 80 °, Einfallen 80 ° gegen Süd) 0,45 m
   e) graubrauner, mergeliger Mürbsandstein mit Eisenooiden, mit zahlreichen Stücken von *Exogyra eversa* MELLEVILLE, seltener sind kleine und große Nummuliten, eine kleine neue *Plicatula* sp. von etwa 1 cm Durchmesser, *Operculina canalifera* D'ARCHIAC, *Strombus piriformis* SCHAFH. Diese Schicht bildet die nördliche Steilwand am Eingang zur Frauengrube 2,00 m

f) rotbrauner Nummulitenkalksandstein, Roterzschichten im engeren Sinne, über dem Liegenden noch mürb, gegen oben nach Süden hin immer fester und kalkreicher mit Eisenerzooiden, bei 6 m über der Liegendgrenze *Ranina marestiana* KÖNIG, bei 9 m eine kleine *Terebratula* sp. (neue Art) wie im Graben ostwärts Gastein (Profil IV, Schicht 6), bei 12 m zahlreiche Stücke von *Vulsella falcata* MÜNST., *Prenaster alpinus* DES., *Ostrea gigantica* SOL.; bei 13 m sehr viele große Nummuliten, ebenso bei 18 m. Gesamtmächtigkeit 20,00 m

2. Mittelschichten: helle, gelbliche Quarzsande. Das Profil ist hier nur wenige Meter aufgeschlossen, kann aber weiter gegen Osten im neuen Steinbruch rd. 50 m norwestlich Pkt. 647 bei Bauerstatt (Profilstrecke C—D) verfolgt werden. Südlich vom Wasserfall erreichen die Quarzsande eine Gesamtmächtigkeit von 18,00 m

3. Schwarzerzschichten:
   a) gelbbrauner Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten (Streichen 80 °, Einfallen 80 ° Süd), an der Hangendgrenze schwache Brauneisenerzschwarten, die auf vorübergehende Trockenlegung hinweisen, übergehend in 4,10 m
   b) grauen, mergeligen Kalksandstein mit Eisenooiden, mit zahlreichen Assilinen, besonders gut aufgeschlossen an der Westseite des neuen Steinbruches 1,00 m

4. Fossilschicht:
   a) glaukonitischer Sandmergel mit typischen Fossilien des SCHLOSSER'schen Nebengesteins der Kressenberger Schwarzerze mit *Assilina exponens* SOW., *Tubulostium spirulaeum* LAMCK., *Terebratulina hilarionis* MEN., *Cardium galacticum* D'ARCHIAC, *Conus helveticus* M. E. 1,00 m
   b) glaukonitische Sandmergel 3,00 m

5. Stockletten:
   a) dunkelgraubraune, feinsandig mergelige Liegendschichten des Stocklettens, gegen das Hangende bänderförmig verzahnt mit 2,00 m
   b) hellgrauem Stockletten, auf der Westseite des Bruches nur 4 m aufgeschlossen, weiterhin verdeckt. In diesem Raume stoßen wir auf der Ostseite des Bruches, die durch eine senkrechte gegen Nordwesten streichende Querstörung um etwa 2 m gegen Norden versetzt ist, auf hellgraue Stockletten, die mit 55 ° gegen Südosten einfallen 6,00 m
   c) dunkelgraue Liegendschichten der Stockletten, 1,30 m
   ferner hier wie auf der Westseite des Bruches:

6. Fossilschicht:
   a) glaukonitischer Sandmergel 2,00 m
   b) desgl. mit charakteristischen Fossilien, *Assilina exponens* SOW., *Nemocardium paueri* GÜMB., *Homomya sulcata* FRAUSCHER 1,00 m

7. Schwarzerzschichten:
   a) glaukonitischer Kalksandstein mit zahlreichen Assilinen und Nummuliten, sowie als Einzelfund *Actinocyclina* sp., mit 70° gegen Norden einfallend 2,00 m
   b) schwach rotbrauner Kalksandstein mit vielen Brauneisenooiden, großen Assilinen, kalkigen und vererzten Nummuliten, übergehend in 1,00 m
   c) hellbraunen Nummulitenkalksandstein mit *Conoclypeus conoides* LESKE 4,00 m
   d) rostbrauner, lockerer Sandstein mit löchrig herauswitternden hellgelblichen Sandsteingeröllen bis 4 cm Durchmesser; im sandigkalkigen Bindemittel dickbauchige Nummuliten; an der Basis im Süden 0—0,05 m mächtige Anhäufung kleiner Quarzgerölle bis 1 cm ⌀ 1,00 m

8. Mittelschichten: hellgelbliche Quarzsande 28,00 m

9. Roterzschichten: dichter, rotbrauner Nummulitenkalksandstein mit *Prenaster alpinus* DES., nur 3 m aufgeschlossen, weiterhin verdeckt.

Im Profil Frauengrube—Bauerstatt haben wir eine eindeutige Wiederholung faziell und ihrem Fossilinhalt nach ausscheidbarer Schichten. Vollkommen ident liegen symmetrisch zum Stockletten dessen basale dunkle Liegendschichten, die Fossil-, Schwarzerz-, Mittel- und Roterzschichten mit schwachen Fazies- und Mächtigkeitsänderungen. Es liegt demnach ein eindeutiger Muldenbau vor, was auch durch die Einfallsrichtung der Schichten vollauf bestätigt wird. Das auf der Ostseite des Steinbruches beschriebene Einfallen des Stocklettens nach Südsüdost kann nur als örtliche Nordkippung des südlichen Muldenflügels gedeutet werden.

Die Frauengrube-Bauerstattmulde läßt sich im Streichen der Schichten gegen Westsüdwest nur wenig über den Krois-Bach hinaus verfolgen. In diesem ist bergwärts der tiefere Untergrund durch Moränenschutt verdeckt. Erst etwa 200 m nördlich Pkt. 647 erscheint in der Grabensohle auf wenige Meter hellgrauer Stockletten, der offenbar an einer Störung gegen südlich davon anstehende rostbraune Mürbsandsteine mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE stößt. Bei dem Mangel an Aufschlüssen bleibt die tektonische Stellung dieses kleinen in die geologische Karte nicht eingetragenen Vorkommens zunächst unklar.

II. Profil E—F durch den Graben nordwestlich Hochberg

Im unteren Teil des Grabens erscheinen unter ziemlich mächtiger Grundmoränen- und Gehängeschuttüberdeckung nur auf ganz kurze Strecken hin bei Pkt. 463 dunkelgraue paleozäne Sandmergel. An der Bachgabel beginnt ein Block- und Felsmeer von Nummulitenkalk mit *Prenaster alpinus* DES., das aus den Roterzschichten weiter oben stammt und sich ziemlich weit grabenaufwärts zieht. Etwa 35 m nördlich des nachfolgend zu beschreibenden Nummulitenkalksandsteinzuges finden sich einzelne Lesestücke eines paleozänen Kalksandsteins mit *Crania austriaca* TRAUB und rd. 5 m südlich davon zahlreiche dickbauchige Pycnodonten, die aus einem Sandmergel ausgewittert sind. Es folgen weiterhin dunkle, feinsandige Tonmergel, die allmählich heller und sandiger werden und, wie erwähnt, dem bereits untereozänen Unteren Lithothamnienkalk der Frauengrube faziell entsprechen dürften. Die Schichten sind sehr verquetscht, geschiefert, und von zahlreichen Scherflächen durchzogen, also tektonisch ziemlich beansprucht. Das Profil ist weiterhin durch eine aufschlußlose Strecke von etwa 10 m unterbrochen bis in die Nähe des Nummulitenkalksandsteinzuges, der als Nordwand von St. Pankraz herüberstreichend einen Wasserfall bildet. Am Hangfuß unmittelbar unter diesem waren im Herbst 1944 im Graben feinsandige, dunkle Sandmergel aufgeschlossen, überlagert in sehr steilem südlichem Einfallen von den

1. Roterzschichten im weiteren Sinne:
   a) dunkelgrauer Sandmergel mit nur kantengerundeten Geröllen von Quarz von 2—3 cm Durchmesser, ferner ein Geröll aus dunkelgrauem Radiolarit, der im Dünnschliff nachgewiesen werden konnte, 0,20 m
   b) dunkelgrauer, mergeliger Mürbsandstein mit wenigen kleinen, eckigen Quarzgeröllen von 0,3—0,5 cm Durchmesser und *Exogyra eversa* MELLEVILLE 3,60 m
   c) Roterzschichten im engeren Sinne:
   dichter, rotbrauner Nummulitenkalksandstein als östliche Fortsetzung der Schlößl-Nordwand 10—12 m
2. Mittelschichten: hellgelbe Quarzsande rd. 35 m

3. Schwarzerzschichten:
   a) dichter, brauner Nummulitenkalksandstein 3,4 m
   b) desgl. mit wenig Eisenooiden 1,0 m
   c) desgl. mit kalkigen und vererzten Nummuliten 3,5 m
4. Fossilschicht:
   glaukonitischer Sandmergel mit *Assilina exponens* Sow., *Conus helveticus* M. E., *Semifusus bifasciatus* Sow. usw., gegen das Hangende im Süden vermengt mit dunklen und hellen Partikelchen des Stocklettens und seiner Basisschichten, besonders gut aufgeschlossen an der Westseite des Grabens am Jagdweg 0,7 m
5. Schwarzerzschichten:
   Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten in der Grabensohle, steil nach Südosten fallend 0,6 m
6. Mittelschichten:
   im Norden hellgelbliche, gegen Süden rostbraune, leicht verfestigte Quarzsande 54 m
7. ? Roterzschichten:
   graubrauner Nummulitenkalksandstein mit zahlreichen Discocyclinen, einigen Serpeln, aufgeschlossen nur 1 m

Weiterhin sind zunächst keine Aufschlüsse vorhanden. Ein Vergleich mit den Verhältnissen in der Frauengrube zeigt, daß die Roterzschichten fast auf die Hälfte ihrer dortigen Mächtigkeit reduziert, die Mittelschichten dagegen stark angewachsen sind. Die symmetrisch zur Fossilschicht mit den Stocklettenresten gelagerten Schwarzerzschichten zeigen trotz ihrer starken Verstümmelung besonders auf der Südseite ebenso wie die Wiederholung der Mittel- und Roterzschichten, daß auch hier ursprünglich ein einfacher Muldenbau vorlag, wobei der Muldenkern mit den mobilen Stockletten nachträglich bis auf minimale Spuren ausgequetscht und durchgerissen wurde. Vom südlichen Schwarzerzschenkel blieb auf diese Weise nur mehr ein linsenförmiger Fetzen übrig. Wir finden hier also einen Übergang vom Mulden- zum Schuppenbau.

Nach einer kurzen aufschlußlosen Strecke stellen sich über der Schicht 7 mit mehreren Unterbrechungen ein:

8. dunkelgraue, dem höheren Paleozän, bzw. dem Untereozän angehörende Sandmergel bis unmittelbar vor die 32 m
9. Roterzschichten im weiteren Sinne:
   a) kleinkörniges Quarzkonglomerat mit Eisenooiden, winzigen, z. T. vererzten 1—2 mm großen Nummuliten, *Exogyra eversa* Melleville und einer kleinen *Plicatula* sp., wie bereits in der Frauengrube erwähnt 1,5 m
   b) dichter, rotbrauner Kalksandstein mit wenig Brauneisenooiden, mit kleinen Nummuliten, zahlreichen Discocyclinen und conischen Tubulostien 1,0 m
   c) rotbrauner Mürbsandstein, der einen kleinen Wasserfall bildet, mit *Exogyra eversa*, *Plicatula* sp., einzelnen Quarzgeröllen bis 1 cm Durchmesser, langsam übergehend nach Süden in dichten, rotbraunen Kalksandstein mit großen Assilinen, *Operculina canalifera* d'Archiac und zahlreichen Exogyren zus. etwa 2,60 m
   Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Schicht 9 c nur eine Wiederholung der Schichten 9 a + b durch Teilschuppenbildung ist.
   d) dunkelgrauer Mürbsandstein, nur 1 m aufgeschlossen, vermutlich jedoch 4 m mächtig 4.00 m
   e) dichter Nummulitenkalksandstein, graubraun 5,00 m

10. Mittelschichten:
heller, gelblicher Quarzsand, der bachaufwärts rostfarbig wird, leicht verfestigt ist und hier spärlich Nummuliten führt 50 m

11. Schwarzerzschichten:
a) kleinkörniges Quarzkonglomerat mit Geröllen bis 1 cm Durchmesser und zahlreichen dickbauchigen Nummuliten 0,40 m
b) graubrauner Nummulitenkalksandstein mit Brauneisenooiden 3,00 m
c) gelbbrauner, glitzernder Nummulitenkalksandstein 0,80 m
d) dunkelbrauner Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten und starker Eisenooidanreicherung 0,80 m
e) sehr eisenooidreicher Nummulitenkalk, typisches Schwarzerz mit *Conoclypeus conoideus* LESKE 0,90 m
Weiterhin folgt bis zu den benachbarten Anwesen von Hochberg nur mehr Moränenschutt.

Die Schichten 8—11 stellen eine stratigraphische vom oberen Paleozän, bzw. Untereozän bis zu den Schwarzerzschichten reichende Einheit dar, die an einer Schuppenfläche gegen die Roterzschichten (Nr. 7) stößt.

III. Profil G—H durch den Steinbruch ostnordöstlich, das Tälchen mit dem alten Steinbruch südöstlich und den Graben südlich St. Pankraz

Das Profil läuft etwa parallel zum Graben von Hochberg und stellt im nördlichen Teil die streichende Fortsetzung der dortigen Schichtglieder gegen Westsüdwesten dar. Der mittlere und südliche Teil zeigt jedoch bedeutsame Einzelheiten.

Der frühere Steinbruch, rd. 200 m nordöstlich St. Pankraz, liegt seit einer Reihe von Jahren still, so daß die Aufschlüsse dort viel von ihrer früheren Klarheit eingebüßt haben. Gut sind die Verhältnisse in der Sandgrube 30 m ostwärts der Kirche St. Pankraz zu beobachten, die zwischen den Nummulitenkalksandsteinzügen der Schlößl-Nord- und Südwand liegt. Die Schlößl-Nordwand zeigt nördlich der Kirche am Fuße der als Härtling (DEL NEGRO 1949) so markant im Landschaftsbilde heraustretenden Steilwand:

1. Roterzschichten im weiteren Sinne:
a) dunkelbrauner, schwach mergeliger Mürbsandstein mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE, einer kleinen *Plicatula* sp., einzelnen Quarzgeröllchen bis 1 cm Durchmesser 4 m
b) Roterzschichten im engeren Sinne im Durchbruch der Schlößl-Nordwand als dichter, unten dunkel-, gegen das Hangende rotbrauner Nummulitenkalksandstein mit *Prenaster alpinus* DES., *Conoclypeus expansus* SCHAFH., *Strombus piriformis* SCHAFH., *Nautilus centralis* SOW. usw. 12 m

2. Mittelschichten:
hellgelbe Quarzsande in der Sandgrube ostwärts der Kirche St. Pankraz 32 m

3. Schwarzerzschichten am südlichen Eingang zur Sandgrube = Schlößl-Südwand:
a) dichter, dunkelbrauner Nummulitenkalksandstein mit einigen von Brauneisenerz umkrusteten Knollen. Am Westende der Schlößl-Südwand sind hier Brauneisenerzschwarten zu beobachten, die auf tropische Verwitterung bei kurzfristiger Heraushebung der Schichten über den Meeresspiegel hinweisen 4 m

b) eisenoolithreicher Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten, massenhaft großen Discocyclinen, selten *Conoclypeus conoideus* LESKE, gegen oben ewas mergelig 3 m

Das weitere Hangende mit der Fossilschicht ist nicht aufgeschlossen. Letztere kann auch tektonisch unterdrückt sein. Im Tälchen südlich St. Pankraz sind unter dem gegen Hochberg hinaufziehenden Fußweg verschiedentlich

4. die Mittelschichten als helle Quarzsande einige Meter aufgeschlossen. Nach Westen scheinen sie unter der Moränenüberdeckung völlig auszukeilen, nach Osten schwellen sie im Graben von Hochberg auf eine Mächtigkeit von 54 m (Schicht 6, Profil II) an. Zwischen den Schwarzerz- und Mittelschichten ist eine Störung anzunehmen, ebenso zwischen letzteren und den südlich davon folgenden Sandmergeln

5. Oberes Paleozän, bzw. Untereozän:
   a) dunkle Sandmergel mit Kohleschüppchen rd. 30 m
   b) weißgraue Quarzsande mit wenig gerundeten Quarzgeröllen bis 15 mm Durchmesser und Einlagerungen von schmalen bis meterlangen dunklen Sandmergellinsen. Besonders schön aufgeschlossen am Jagdweg und im alten Steinbruch rd. 150 m südöstlich der Kirche St. Pankraz. rd. 40 m

6. Roterzschichten im weiteren Sinne:
   a) dunkelbraunes Quarzkonglomerat, im Liegenden verzahnt mit den weißen Quarzsanden, mit 2—4 cm großen, meist eckigen und nur ganz wenig gerundeten Gangquarzen, kleinen Fetzen von dunkelgrauen, schwärzlichen Mergeln und unregelmäßig gestalteten Sandsteinkonkretionen und Sandsteingeröllen. Als größte Seltenheit gut gerundete Gerölle von Lithothamnienkalk. Fossilien: *Echinanthus depressus* DES., *Pleurotomaria concava* DESH., *Exogyra eversa* MELLEVILLE, *Plicatula* sp., kleine Nummuliten. Die Quarzgerölle nehmen nach oben auf 0,5 cm Durchmesser ab. 0,5—1 m
   b) graubrauner Nummulitenkalksandstein 2 m
   c) dunkelbrauner, mergeliger Mürbsandstein mit *Prenaster alpinus* DES., dickbauchigen Cardien, *Nautilus centralis* SOW., *Gisortia gigantea* MÜNST. 4 m
   d) graubrauner bis rötlicher Kalksandstein mit zahlreichen Fossilsteinkernen und massenhaft Nummuliten im Hangenden, hier auch *Tubulostium spirulaeum* (GOLDFUSS) 3,5 m

Von hier ab setzen wir das Profil rd. 100 m weiter westlich im Graben südlich St. Pankraz fort.

7. Mittelschichten:
   unten hellgelbe, gegen oben rostfarbige, schwach verfestigte Quarzsande, die grabenaufwärts bis zum unteren Wasserfall reichen. rd. 50—60 m
   Hier stehen an:

8. Schwarzerzschichten:
   a) kleinkörniges Quarzkonglomerat mit sandigkalkigem Bindemittel, Korngrößen 0,5—1 cm, zahlreiche große Assilinen 0,4 m
   b) gelbbrauner, mittel- bis grobkörniger Kalksandstein mit dickbauchigen Nummuliten 2,5 m
   c) Brauneisenoolith, typisches Schwarzerz, mit kalkigen und vererzten, vor der Einlagerung bereits zerbrochenen Nummuliten auf sekundärer Lagerstätte 2,0 m
   Oberhalb des Wasserfalls:

9. Fossilschicht:
   dunkelgrüner, glaukonitreicher Sandmergel mit *Assilina exponens* SOW., *Nemocardium paueri* GÜMB., *Semifusus bifasciaticus* SOW., *Conus helveticus* M. E., *Clavagella coronata* DESH., usw. rd. 1 m

10. Stockletten:
    a) dunkelviolettbraune, sandigmergelige Liegendschicht 0,5 m
    b) hellgrauer Stockletten 6 m

Die Schichten 5—9 stellen wiederum eine stratigraphische Einheit dar, die weitgehend ihrer streichenden Fortsetzung nach Osten im Graben von Hochberg und zwar den dortigen Schichten Nr. 8—11 des Profils II entspricht. Ein kleiner Unterschied besteht insoferne, als im alten Steinbruch südöstlich St. Pankraz unter den Roterzschichten weißgraue Quarzsande liegen, die gegen Osten im Graben von Hochberg offenbar durch dunkle Sandmergel vertreten werden.

Die hellen Quarzsande der Mittelschichten haben im Graben von Hochberg noch eine Mächtigkeit von 54 m und sind von einem Nummulitenkalk, anscheinend Roterzschichten, überlagert. Gegen Westsüdwesten im Tälchen südlich St. Pankraz fällt dieser vollständig aus und die Quarzsande der Mittelschichten werden immer stärker reduziert. Diese Erscheinung läßt auf eine bereits erwähnte, schrägwinklig zum Schichtstreichen verlaufende Schuppenfläche schließen.

Im ganzen liegt unmittelbar südlich St. Pankraz ein reiner Schuppenbau mit vollständiger Schichtfolge vom Paleozän bis zum Stockletten vor.

Der Stockletten, Schicht 10 dieses Profils, wird im Süden durch eine neue Schuppenfläche abgeschniten, an welcher 150 m weiter westsüdwestlich in der Waldblöße dunkle Sandmergel des Paleozäns bzw. Untereozäns hochgeschleppt wurden. Im Graben südlich St. Pankraz selbst folgen über dem Stockletten:

11. hellbrauner Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten und Assilinen, übergehend in 0,20 m
12. Quarzsandstein und weiterhin in 1,50 m
13. Mittelschichten.

Die Schichten 11 und 12 möchte ich als lokale Einlagerung innerhalb der Mittelschichten auffassen, und ebenso auch einen etwa ebenso mächtigen rotbraunen Nummulitenkalksandstein mit sehr schlecht erhaltenen Terebrateln im Streichen der Schichten gegen die erwähnte Waldblöße weiter westlich [3]). Die Quarzsande der Mittelschichten werden grabenaufwärts immer grobkörniger und mehr und mehr rostfarbig bei gleichzeitiger Zunahme der Verfestigung. Sie beteiligen sich auch noch am Aufbau des oberen rd. 20 m hohen Wasserfalls und erreichen eine Gesamtmächtigkeit von etwa 50 m.

14. Schwarzerzschichten:
    a) kleinkörniges Quarzkonglomerat mit Korngrößen bis 1 cm Durchmesser mit mittelgroßen, dickbauchigen Nummuliten 0,4 m
    b) gelbbrauner Nummulitenkalksandstein 4 m
    c) dichter, rotbrauner Nummulitenkalksandstein mit knolliger Oberfläche 0,8 m
    d) sehr eisenooidreicher Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten und *Conoclypeus conoideus* LESKE, fast als Schwarzerz anzusprechen 2—3 m
    e) gelbbraun verwitternder Sandmergel mit zahlreichen Assilinen rd. 2 m
15. Fossilschicht:
    dunkelgrüne, glaukonitische Sandmergel mit *Terebratula hilarionis* MEN., *Cassidaria diadema* DESH., *C. nodosa* SOL., *Spondylus radula* LAMCK., *Voluta ventricosa* LAMCK. 0,20 m

[3]) Es kann hier aber auch ein eingeklemmter Span von Schwarzerzschichten und damit der Rest eines verwischten Muldenbaues vorliegen. Südlich der Schichte 12 würden dann, durch eine Schuppenfläche getrennt, die Mittelschichten folgen.

16. Stockletten:
    a) dunkelgraue, feinsandige Liegendschichten 0,30 m
    b) hellgrauer Globigerinenmergel, grabenaufwärts gegen Südosten etwa aufgeschlossen 100 m

Die Schichten 11—15 zeigen eine Schichtfolge, die erst mit den Mittelschichten beginnt und bis zum Stockletten reicht. Die Roterzschichten und das Untereozän bzw. Paleozän sind im Graben südlich St. Pankraz tektonisch unterdrückt, letzteres aber in der Waldblöße noch angedeutet. Südlich von St. Pankraz liegen demnach Schuppen mit z. T. unvollständiger Schichtfolge, sog. Teilschuppen mit Abscherungsflächen, innerhalb der Mittelschichten vor.

Während der Stockletten über dem oberen Wasserfall südlich St. Pankraz noch über 100 m mächtig wird, keilt er gegen Südwesten noch vor dem Hohlweg, der von der Waldblöße aufwärts zieht, vollständig aus und ist hier durch die dortigen Quarzsande der Mittelschichten einer weiteren Schuppe ausgepreßt.

IV. Profil I—K und L—M durch den Graben ostwärts Gastein

Der Graben entspringt südlich Hochberg, verläuft dann nach Westen in Richtung gegen Gastein und biegt schließlich nach Norden gegen die Ortschaft Schlößl um. Der Unterlauf des Grabens bietet erst 100 m südlich der unteren Waldgrenze Aufschlüsse und zeigt an der östlichen Grabenflanke von Norden gegen Süden:

1. Schwarzerzschichten:
    a) kleinkörniges Quarzkonglomerat mit dickbauchigen Nummuliten 0,30 m
    b) brauner Nummulitenkalksandstein mit zahlreichen Discocyclinen 1,90 m
    c) hellbrauner, mittelkörniger, scherbelig zerfallender Sandstein 3,60 m
    d) dunkel- bis hellbrauner Kalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten und nesterweise Schwarzerzanreicherung 1,00 m

Es müßten nunmehr die Fossilschicht und weiterhin die Stockletten folgen. In Wirklichkeit folgen südlich an Stelle dieser hier vollständig ausgepreßten Schichten und der daraus ableitbaren Schuppenfläche:

2. Mittelschichten:
    zunächst rostbraune Quarzsande, nach 30 m hellgelb, mittel- bis feinkörnig, mit Nummuliten bei 55 m, rostbraun, mittel- bis grobkörnig, ab 60 m mit Nummuliten, *Tubulostium spirulaeum* bachaufwärts bis in die Nähe des kleinen Wasserfalls, wo wieder 5 m hellgelber, schwachverfestigter Quarzsand auftritt, insgesamt rd. 105 m
3. Schwarzerzschichten am Wasserfall:
    a) kleinkörniges Quarzkonglomerat mit dickbauchigen Nummuliten, übergehend in 0,5 m
    b) gelbbraunen, mittelkörnigen Sandstein 1,5 m
    c) rotbrauner Nummulitenkalksandstein mit Eisenooiden, als tektonisch durch Querstörungen ziemlich zerhackte Steilwand nach Nordnordosten ziehend, übergehend in 4,0 m
    d) gelben bis rotbraunen, mittelkörnigen Sandstein, z. T. scherbelig zerfallend, übergehend in 5 m
    e) gelbbraunen, z. T. schwach mergeligen Nummulitenkalksandstein mit kalkigen und vererzten Nummuliten, aufgeschlossen nur 2 m

4. Stockletten:
diese konnten grabenaufwärts im Hauptgraben in den letzten Jahren verschiedentlich beobachtet werden. Z. Zt. sind sie unter abgerutschtem Geschiebemergel der Grundmoräne wieder verhüllt. Dagegen gelang es vor kurzem den Herren Dr. ABERER und Dr. BRAUMÜLLER nach freundlicher mündlicher Mitteilung, den Stockletten weiter oben im unmittelbaren Kontakt mit roten Unterkreideflyschtonen auf der südlichen Grabenwand am Jagdweg nachzuweisen und die von mir bereits 1936 und 1938 beschriebene Überschiebung des Helvetikums durch den Flysch noch schärfer zu fixieren.

Oberhalb des Wasserfalls zieht ein Nebengraben in nordostwärtiger Richtung aufwärts gegen Hochberg, der in der Profilstrecke L—M folgende wichtige Aufschlüsse bietet:

5. Oberes Paleozän, bzw. Untereozän:
   a) dunkelgraue Sandmergel mit 80° steil nach Nordnordwesten fallend, nur etwa 1 m aufgeschlossen, darüber weiterhin
   b) weißgraue Quarzsande mit groben, eckigen Quarzgeröllen von 1—1,5 cm Durchmesser, die teils unregelmäßig eingestreut sind, teils Geröllschnüre bilden, mit kleinen Linsen von dunkelgrauen Sandmergeln, sehr gut aufgeschlossen am Fuße einer Steilwand rd. 150 m nordöstlich vom Wasserfall. Die Verhältnisse erinnern völlig an die Schichten 5 a und b des Profils III im Tälchen südlich St. Pankraz rd. 8 m

6. Roterzschichten:
gelbbrauner Kalksandstein mit zahlreichen eckigen, wenig gerundeten Quarzgeröllen von 0,5—1,5 cm Durchmesser, Brauneisenoiden und seltenen weißen Glimmerschüppchen. Massenhaft treten hier auf: kleine spitzschnabelige Terebrateln, Terebratulinen und als größte Seltenheit eine *Rhynchonella* sp., alles neue Arten, die ich bei Gelegenheit bearbeiten möchte. Die Terebrateln sind meist mit Kalkschalen erhalten, oft sind sie auch vererzt. Daneben kommen vor: *Exogyra eversa* MELLEVILLE, *Vulsella falcata* MÜNST., *Gisortia* sp., *Nautilus* sp., Steinkerne von *Crassatella* sp. und *Cardium* sp. und einige Lithothamnienknollen. Nesterweise tritt auch ein gelbbrauner Sandstein auf, der beim Anschlagen glitzernde Bruchflächen von kleinen Quarzgeröllen zeigt und zahlreiche, meist dickbauchige Nummuliten führt. Die Ablagerungen stellen insgesamt ein Terebratelriff dar.

7. Mittelschichten: zusammen rd. 2 m
hellgelber, weicher Sandstein, nur an der Oberkante des Steilhanges, schwer zugänglich, etwa 1 m weit aufgeschlossen.

Die Schichtfolge des Profils L—M reicht vom Paleozän, bzw. Untereozän bis zu den Mittelschichten und stellt eine Teilschuppe dar, die mit steilem Einfallen nach Nordnordwesten schrägwinklig zum Streichen der Nummulitenkalksandsteinzüge verläuft, so daß die in der Karte eingetragenen Störungen wohl begründet erscheinen. Beachtenswert ist hier die außerordentlich geringe Entwicklung der Roterzschichten im weiteren Sinne.

4. Die Faziesverhältnisse und ihre paläogeographische Bedeutung

Die Ablagerungen des helvetischen Beckens zeigen auf engem Raume eine besonders starke Faziesdifferenzierung, die im Vertikalprofil Rückschlüsse auf Krustenbewegungen, im Horizontalprofil Schlußfolgerungen auf die Herkunft der Sedimente, also das Liefergebiet zulassen.

Der vertikale Zyklus

Die ältesten bisher bekannten helvetischen Ablagerungen des Haunsberges, die Pattenauer Schichten der Oberen Kreide, sind helle, kalkreiche Fleckenmergel, die mit ihrer Feinkörnigkeit, ihrer Inoceramen- und Cephalopodenfauna auf größere Meerestiefe hinweisen. Die darüber folgenden Gerhardsreuter Schichten werden bereits feinsandig. Noch stärker nimmt die Sandführung im Paleozän zu, wo neben dunklen, feinsandigen Mergeln glaukonitreiche, grobkörnige Quarzsandsteine mit einzelnen Quarzkörnern bis 1 cm ϕ auftreten. Im Untereozän zeigt sich in der Frauengrube zum ersten Mal im Lithothamnienriff eine ausgesprochene, wenn auch biogene Kalkbildung, die sich abgeschwächt in den Nummulitenkalksandsteinen der Rot- und Schwarzerzschichten mit zwischenzeitlicher Unterbrechung während der Bildung der sandigen Mittelschichten [4]) fortsetzt. Über den Schwarzerzschichten deuten Auskolkungserscheinungen auf vorübergehende Trockenlegung hin.

Es läßt sich also von der oberen Kreide weg eine fortschreitende Vergröberung der sandigen Komponenten feststellen, eine zunehmende Verflachung des Meeresbeckens, bis schließlich kalkige Sedimente im Lutet das vorläufige Ende der Sedimentation andeuten.

Das Ganze stellt demnach einen Sedimentationszyklus im Sinne KLÜPFEL's (1916) dar. Er beginnt offenbar mit rascher Absenkung bereits vor Ablagerung der Pattenauer Mergel und ist im Gebiet des Blomberges bei Tölz durch die über den Grünsanden gelegene Grünsandsteinübergangsschicht IMKELLER's (1895) mit phosphoritischen, fossilreichen, glaukonitischen Mergeln angedeutet. Das langsame Emporsteigen des Meeresbodens setzt bereits mit den Gerhardsreuter Schichten ein und steigert sich bis zum Emportauchen der Schichten über den Meeresspiegel am Ende der Schwarzerzzeit.

Neben diesem älteren ist auch noch ein jüngerer Sedimentationszyklus zumindest in seinen Anfangsstadien zu erkennen. Wie am Blomberg bei Tölz die Grünsandsteinübergangsschicht die Pattenauer Mergel, so kündet die lithologisch ganz ähnliche glaukonitische, phosphoritische Fossilschicht über den Schwarzerzkomplexen mit rascher Absenkung bei langsamer Sedimentation die kommende Zeit des Stocklettens an. In ihm wiederholt sich die Fazies der Pattenauer Mergel mit länger anhaltender Vertiefung des Meeresbeckens. Die Versandung und Verflachung des Meeresbeckens ist am Haunsberg vorerst nicht zu erkennen, während sie sich am Kressenberg mit den teilweise mittel- bis grobsandigen Lithothamnienkalken des Stocklettens anbahnt und mit dem nach REIS (1895, S. 80) bereits von J. BÖHM beobachteten obersten Stocklettenhorizont mit feinsandigen Mergelschiefern mit *Meletta*-Schuppen und Ostracoden fortsetzt. Auch die ganz

[4]) Im Kressenberger Gebiet kam es in dieser Zeit bereits zur Heraushebung der Schichten über den Meeresspiegel und zur Bildung von vererzten Knollen und Fossilien.

ähnlichen feinsandigen Mergel mit *Clavulina szaboi,* die S. PREY (1949) im helvetischen Fenster des Ohlsdorfer Grabens nördlich Gmunden am Traunsee über den Stockletten fand, setzen diese Tendenz fort. Ein eigentliches Kalkdach darüber mit Anzeichen einer Heraushebung der Schichten über den Meeresspiegel hat sich offenbar nicht mehr entwickelt. Der jüngere Sedimentationszyklus ist demnach unvollständig. Die Ursache hierfür dürfte in einer an der Wende Obereozän—Unteroligozän einsetzenden Gebirgsbildung liegen, die letztlich mit einer Überschiebung des Flysches auf den unmittelbar vorher gefalteten helvetischen Trog gipfelt.

Die Horizontalprofile

In den Profilen am Haunsberg ist innerhalb gleichaltriger Schichten in der allgemeinen Streichrichtung von Westsüdwesten gegen Ostnordosten nur eine geringe Faziesdifferenzierung festzustellen. Beträchtlich größer wird diese aber in der Richtung senkrecht dazu von Norden gegen Süden, wo die helvetische Zone in einem enggerafften Mulden- und Schuppenbau auf einem Raum von 1 km zusammengedrängt ist. Da die obere Kreide in der Schuppenzone von St. Pankraz fehlt, können wir nur die Ausbildung des Paleozäns und des Eozäns in den einzelnen Profilen miteinander vergleichen.

Im Paleozän liegen im Profil des Krois-Baches dunkle, feinsandige Mergel mit zwischengeschalteten grobsandigen, glaukonitischen Sandsteinen und Riesenkonkretionen vor. Den Abschluß nach oben bildet der Untere Lithothamnienkalk des Untereozäns. In der Schuppenzone von St. Pankraz fehlt dieser und wird nordöstlich St. Pankraz im Graben von Hochberg unter dem Wasserfall durch etwa 30 m feinsandige Mergel vertreten, die vorerst vom Paleozän nicht abzutrennen sind und in der Karte deshalb mit diesem vereinigt wurden. In der breiten Geländemulde südöstlich St. Pankraz schalten sich im gleichen Horizont weißliche Quarzsande mit Quarzgeröllen bis 2 cm Φ und kaolinisiertem Feldspat ein. Ähnlich auch im Graben östlich Gastein. Es ist deshalb anzunehmen, daß sich der Untere Lithothamnienkalk von Norden gegen Süden mit feinsandigen Mergeln und diese weiterhin mit weißen, geröllführenden Quarzsanden verzahnen.

Die Roterzzeit wird in der Frauengrube durch graubraune, sandige Mergel und Mürbsandsteine mit *Exogyra eversa* MELLEVILLE eingeleitet. Im Graben von Hochberg beginnt dieser Horizont beim unteren Wasserfall mit einer Konglomeratlage von 0,20 m Dicke, die vorwiegend aus eckigen, wenig gerundeten Quarzen besteht, aber auch ein dunkles Radiolaritgeröll lieferte. Im alten Steinbruch südöstlich St. Pankraz liegt im gleichen Horizont eine Konglomeratlage von 1 m Mächtigkeit vor. Im Graben östlich Gastein ist diese Lage von den eigentlichen Roterzschichten nicht mehr zu trennen und mit dieser zusammen konglomeratisch ausgeprägt.

Die Roterzschichten im engeren Sinne sind in der Frauengrube ein ungeschichteter, fester Nummulitenkalksandstein von rd. 20 m Mächtigkeit. In der Schlößl-Nordwand sinkt diese bereits auf 12 m ab, im alten Steinbruch südöstlich St. Pankraz geht die Mächtigkeit auf etwa 10 m zurück, wobei die kalkige Ausbildung gegenüber der sandmergeligen Mürbsandsteinentwicklung stark zurücktritt. Im Graben östlich Gastein schließlich sind die Roterzschichten

auf rd. 2 m reduziert unter gleichzeitiger Ausbildung eines geröllführenden Kalksandsteins und Terebratelriffs.

Der Mächtigkeitsabnahme der kalkigen Roterzschichten gegen Süden steht eine zunehmende Entwicklung der sandigen Mittelschichten in der gleichen Richtung gegenüber. Erreichen diese im Nordflügel der Frauengrubemulde noch 18 m, im Südflügel schon 28 m, so steigt ihre Mächtigkeit bei St. Pankraz auf 32 m und südlich davon bei zunehmender Kornvergröberung und allmählicher Verfestigung durch ein kalkiges Bindemittel auf über 100 m an.

Die Schwarzerzschichten wiederholen teilweise die Tendenz der Mittel- und Roterzschichten. Sie haben im Nordflügel der Frauengrubemulde vorwiegend den Charakter mergeliger Kalksandsteine von 5 m Mächtigkeit. Im Südflügel nimmt diese auf insgesamt 8 m zu, wobei feste Kalksandsteine für den Straßenbau gebrochen werden. An der Basis stellt sich hier eine ganz schwache Anhäufung von Quarzgeröllen bis 1 cm ϕ ein. In den Gräben südlich St. Pankraz tritt an dieser Stelle bereits ein feinkörniges Quarzkonglomerat von 0,3 bis 0,5 m Mächtigkeit auf.

Eine ganz abweichende Entwicklung zeigen jedoch die den Schwarzerzschichten von St. Pankraz z. T. gleichaltrigen Adelholzener Schichten in Form von Assilinenmergeln und Discocyclinenkalken in der Umgebung von Nußdorf.

Die phosphoritreiche, glaukonitische Fossilschicht behält ihren Charakter von der Frauengrube bis südlich St. Pankraz ziemlich unverändert bei. Über den Adelholzener Schichten von Nußdorf scheint sie teilweise durch ein schwach sandiges, glaukonitreiches, mergeliges Band vertreten zu werden.

Der Stockletten letztlich greift in gleicher Ausbildung über die Adelholzener Schichten im Norden wie über das Mitteleozän von St. Pankraz im Süden hinweg.

Zusammenfassend ist festzustellen: Vom Paleozän ab bis zu den Schwarzerzschichten ist allgemein eine zunehmende Kornvergröberung von Norden gegen Süden mit teilweiser Grobsandschüttung und Konglomeratbildung hierselbst bei gleichzeitiger Mächtigkeitszunahme der sandigen Mittelschichten und Abnahme der kalkigen Sedimente vor allem in der Roterzzeit zu beobachten. Die gleichmäßige Ausbildung der Fossilschicht und des Stocklettens über den ganzen Raum hinweg zeigt an, daß zu dieser Zeit eine Transgression stattgefunden hat, die sich erstmalig in den diskordant auf Oberer Kreide liegenden Adelholzener Schichten ankündet.

Die beigegebenen Faziesprofile Abb. 3, die oben auf die Fossilschicht bzw. den Stockletten bezogen sind, stellen eine Entzerrung der uns heute in der Schuppenzone von St. Pankraz entgegentretenden Schichtfolge dar und veranschaulichen die eben beschriebenen Verhältnisse im einzelnen. Sie lassen unschwer ein Liefergebiet im Süden erkennen.

Auch im Kressenberger Bezirk konnte Reis (1895, S. 85 und 95), der sonst offenbar befangen von der damaligen Lehrmeinung unter Führung von Gümbel immer wieder die Herkunft der Sedimente vom alten vindelizischen Festland im Norden betont, nicht umhin, „südlich von den Ablagerungen des Kressenberg eine prävindelicische inselartige Erhebung" anzunehmen. Diese Schlußfolgerung wurde später wieder vergessen und M. Schlosser (1925, S. 206) leitet noch „terrestrische Einschlüsse im Schwarzerz", nämlich Granit, ähnlich jenem aus der Gegend von Straubing oder von Regensburg, sowie einen Crinoidenstiel

und einen Belemniten aus dem Oxford von Straubing usw., also von Norden her ab. E. KRAUS (1942, S. 217) spricht dagegen von einer vindelizischen Nordschwelle, welche das helvetische Becken von dem südlich davon gelegenen Flyschbecken trennen soll. „Sie bestand bei Achtal aus Granit, aus Grauwacke, aus alten Phylliten und Schiefern und war teilweise noch bedeckt von nördlichen Randausläufern des kalkalpinen Mesozoikums."

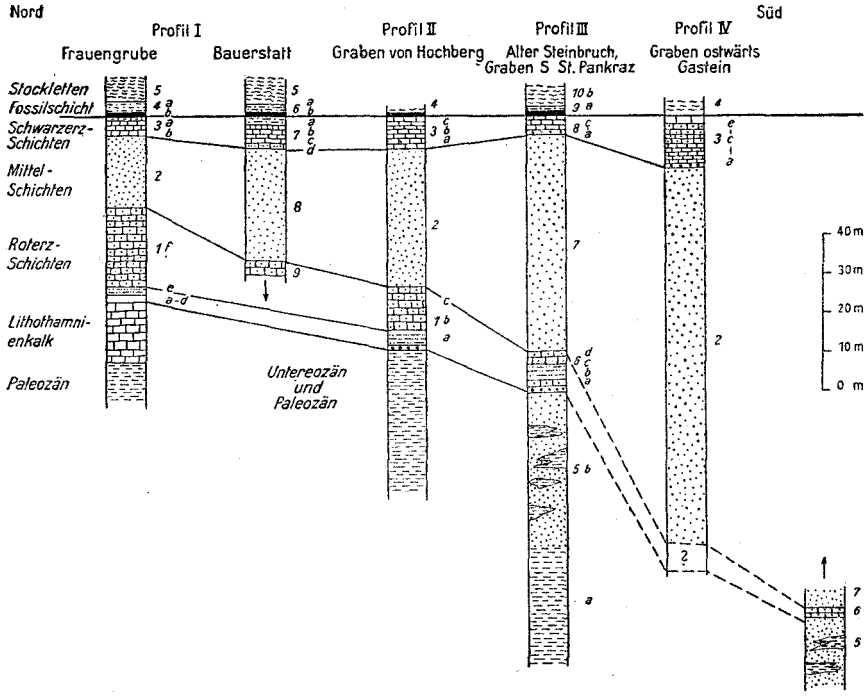

Abb. 3. Faziesprofile durch die Schuppenzone von St. Pankraz. Die rechts neben den Profilen stehenden Zahlen beziehen sich auf die in den Profilbeschreibungen einzeln ausgeschiedenen Schichten.

Für das Haunsberggebiet spricht G. GÖTZINGER (1936) ebenfalls von einem kristallinen Liefergebiet allerdings ohne Lagebezeichnung. Daß dieses tatsächlich vorhanden war und zwar im Süden, dürfte hinreichend begründet sein. Auf nahegelegenes Festland oder eine Insel weisen auch eine Landschnecke *(Clausilia)* und brackische Arten *(Melanopsis)* sowie inkohlte Holzreste im Paleozän des Krois-Baches hin.

Fraglich ist dagegen, ob dieses Liefergebiet tatsächlich eine das Flysch- und helvetische Becken trennende Schwelle war. Denn rd. 20 km südlich vom Haunsberg zeigt sich am Südrand der Flyschzone auf dem Heuberg (siehe DEL NEGRO 1949) ein Aufbruch von rotbraunen Nummulitenkalksandsteinen des Mitteleozäns zusammen, wie ich feststellen konnte, mit mächtigen Lithothamnienkalken. Sie erinnern zunächst an die Verhältnisse in der Frauengrube. Es sind zweifelsohne helvetische Ablagerungen, die zwischen St. Pankraz und Salzburg vom Flysch überschoben sind. Ein ähnlicher helvetischer Aufbruch mit einer jüngst von S. PREY (1949) nachgewiesenen Schichtfolge von der Unteren

Kreide bis zum Stockletten findet sich im Gschliefgraben bei Gmunden am Traunsee am Südrand der hier rd. 7 km breiten Flyschzone. Weder hier noch am Heuberg stellen sich grobkörnige Sedimente im Mitteleozän oder in den übrigen Schichtgliedern ein. Daraus ergibt sich aber, daß zwischen St. Pankraz und Salzburg nur eine schuttliefernde Inselschwelle vorhanden war, die in Anlehnung an REIS etwa mit seinen Worten prävindelizische Inselschwelle genannt werden soll. Sie hat jedenfalls nichts zu tun mit der vindelizischen Nordschwelle E. KRAUS' oder dem Cetischen Rücken.

Über den Aufbau der prävindelizischen Inselschwelle läßt sich etwa folgendes sagen: Sie bestand in ihrem Kern aus Gneis und Granit. Daneben möchte ich eine von Gangquarzen und Eisenerzgängen durchschwärmte Schieferhülle und eine mesozoische Überdeckung annehmen, welche das bereits erwähnte dunkle Radiolaritgeröll lieferte. Die gut gerundeten Lithothamniengerölle im alten Steinbruch südöstlich St. Pankraz müssen dagegen im Helvetischen Becken beheimatet sein. Sonst fehlen alle kalkigen und dolomitischen Komponenten. Außer Quarz und Quarzit wurde durch die damaligen tropischen Verwitterungsvorgänge alles andere Material ausgemerzt. Es liegen also offenbar in den Geröllanhäufungen nur mehr Restschotterkomponenten vor.

Die Lebenszeit dieser Schwelle beginnt etwa mit dem Paleozän und geht mit dem Schwarzerz im Lutet zu Ende. Denn die Fossilschicht und der Stockletten greifen in unveränderter Ausbildung über alle sonst so stark faziell differenzierten Eozänablagerungen hinweg und lassen am Haunsberg keinerlei Hinweise über ein Liefergebiet zu.

In seiner kürzlich erschienenen Arbeit über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse hat H. HAGN (1950, S. 32) von einer infrahelvetischen Schwelle innerhalb des Helvetikums gesprochen. Sie soll, wie mir Herr HAGN freundlicherweise mündlich mitteilte, zwischen den eisenerzführenden Schichten des Mitteleozäns im Süden und den Adelholzener Schichten im Norden liegen, ist also nicht ident mit unserer prävindelizischen Inselschwelle. Auf die eingehende Begründung der infrahelvetischen Schwelle durch HAGN darf mit Interesse gewartet werden. Es sei aber in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß nach den Faziesverhältnissen von St. Pankraz zu schließen, die Meerestiefe im Paleozän und Mitteleozän von Süden gegen Norden zunahm. Der Untere Lithothamnienkalk wurde nicht in Küstennähe (REIS 1895, S. 65; TRAUB 1938, S. 30), sondern küstenferner im Bereich größerer Meerestiefe abgelagert.

5. Tektonische Verhältnisse

Das Gebiet des Paleozäns und Mitteleozäns zwischen der Frauengrube und dem Graben ostwärts Gastein ist durch einen intensiven Falten- und Schuppenbau gekennzeichnet, durch welchen der ursprüngliche Ablagerungsbereich heute auf 1,5 km Breite, also auf einen Bruchteil zusammengepreßt ist. Das Ausgangsstadium für den Schuppenbau bildet der Muldenbau, wie er uns in der Frauengrube-Bauerstattmulde mit aller Deutlichkeit entgegentritt. Die Flügel dieser Mulde bestehen aus mittel- bis grobkörnigen Kalksandsteinen des Lutets, der Kern aus sehr feinkörnigen Kalkmergeln des Stocklettens, der hier bis auf wenige Meter ausgepreßt ist, während er sonst mindestens 100 m, wahrscheinlich sogar

200—300 m Mächtigkeit besitzt. Im Graben von Hochberg ist der Muldenbau im Norden noch angedeutet. Der Stockletten ist hier bis auf spärliche helle und dunkle Partikelchen, der Südschenkel der Schwarzerzschichten bis auf einen Keil von 0,5 m ausgepreßt, die Mulde in der Mitte aber völlig durchgerissen.

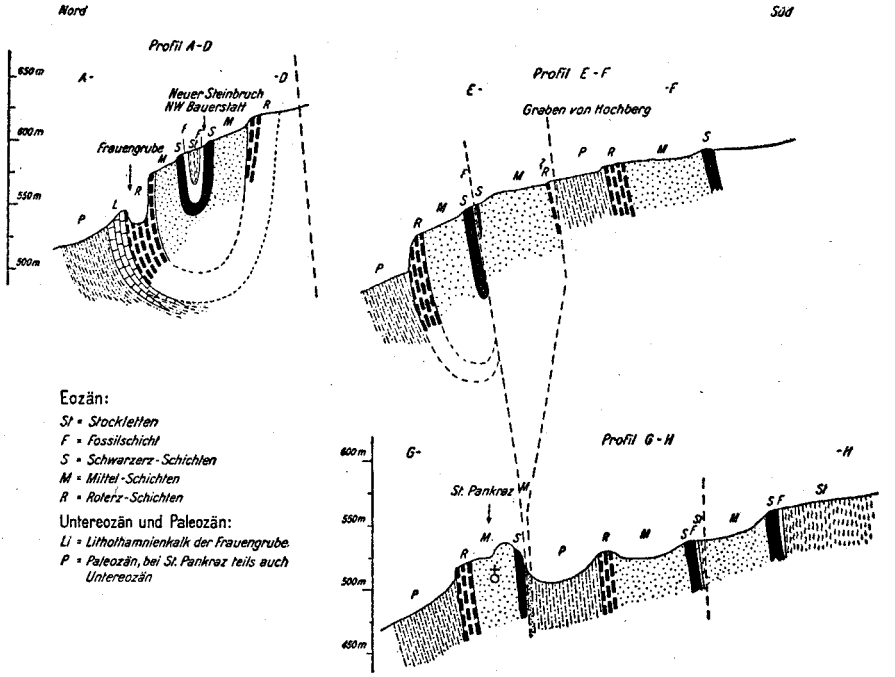

Abb. 4. Profile durch die Schuppenzone von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg.

Weiter gegen Süden setzt jedoch ein ausgesprochener Schuppenbau ein. In der Talwanne südlich von St. Pankraz und im oberen Teil des Grabens von Hochberg liegt noch eine vollständige Schuppe mit Paleozän bzw. Untereozän bis zum Stockletten vor. Die sie im Norden begrenzende Schuppenfläche schneidet den südlichen Flügel der aus dem Graben von Hochberg beschriebenen Mulde schrägwinklig gegen Westen hin ab.

Im oberen Teil des Grabens südlich St. Pankraz und im Graben östlich Gastein liegen insgesamt 3 Teilschuppen vor, in welchen die Schichtfolge von den Mittelschichten bis zu den Stockletten reicht, und eine vierte südlichste Schuppe mit Paleozän bzw. Untereozän, Roterz- und Mittelschichten.

Der Muldenbau im Norden geht also nach Süden in einen ausgesprochenen Schuppenbau über, der sich bis zur Ausbildung von Teilschuppen steigert. Mit zunehmender Annäherung an den Flysch geht eine Akzentuierung der Tektonik Hand in Hand. Es ist deshalb durchaus wahrscheinlich, daß helvetische Schichten nach vorheriger Faltung bei der Überschiebung durch den Flysch nochmals überarbeitet und dabei von ihrer tieferen Unterlage abgeschert wurden. Die Scherflächen treten in den Sandmergeln des Paleozäns und in den Sanden der Mittelschichten auf. Im allgemeinen kann es sich nur um eine sehr oberflächennahe Tektonik mit geringem Tiefgang der Mulden und Schuppen handeln.

Die Schuppenzone von St. Pankraz wird im Süden durch eine großartige Überschiebung verhüllt, an der Stockletten und rote Flyschmergel aneinanderstoßen. Der tiefere helvetische Untergrund taucht hier nicht mehr empor. Bei den Leistmergeln, die M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE (1940, S. 422) erwähnen, handelt es sich offenbar um eine Verwechslung mit Stockletten. Das weitere Schichtprofil habe ich bereits 1938 (S. 7) zum Kreidflysch gezogen. Solange nicht eindeutige Fossilfunde vorliegen, muß ich die angeblichen eozänen Unternoggschichten bezweifeln. In diesem Komplex der roten Tone wurde nach freundlicher mündlicher Mitteilung der Herren Dr. ABERER und Dr. BRAUMÜLLER ein Belemnit gefunden, der für Gaultflysch spricht.

Die Nordgrenze der helvetischen Zone wird durch die Alpenrandstörung zwischen Nußdorf und Eisenharting bestimmt, an welcher Oberkreide, Adelholzener Schichten und Stockletten, letztere gegen Nordnordosten streichend, mit dem Untermiozän des Vorlandes, das sehr steil nach Norden einfällt oder leicht nach Süden überkippt ist, aneinandergrenzen. Ich betrachte diese Störung nicht mehr als eine Überschiebung, sondern als flexurartige Störung, an welcher der helvetische Untergrund teilweise auf Untermiozän aufgeschoben ist.

Querstörungen spielen innerhalb der helvetischen Zone nur eine ganz geringe Rolle. Sie betragen gewöhnlich nur wenige Meter, wobei der östliche Flügel in der Regel etwas nach Norden versetzt ist. Das Vorkommen von Stockletten und Lithothamnienkalk bei Eisenharting ist nicht durch eine Querstörung zu deuten, sondern durch eine Transgression auf Oberer Kreide. Der Versuch, die Frauengrubemulde als die an einer Querstörung gegen Norden vorgerückte Fortsetzung der Eozänmulde im unteren Teil des Grabens von Hochberg zu deuten, scheitert an dem Fehlen des Unteren Lithothamnienkalkes hierselbst, der bereits wesentlich reduzierten Mächtigkeit der Roterzschichten und der beträchtlichen Zunahme der Mittelschichten. Das rasche Auskeilen der Frauengrubemulde gegen Westen kann auch durch geringen Tiefgang und Erosion befriedigend erklärt werden. Zwischen der Frauengrubemulde und der Mulde im unteren Teil des Grabens von Hochberg verläuft wahrscheinlich eine Schuppenfläche. Indessen kann auch ein Sattel vorliegen, was bei dem Abstand der beiden Mulden mit der allgemeinen Faltenspannweite gut vereinbar wäre.

Für die Westflanke des Haunsberges habe ich 1938 eine Störung mit Absenkung im Oichtental angenommen. Die im Jahre 1948 von der Rohölgewinnungs-AG. 300 m südwestlich der Kirche von Nußdorf in rd. 430 m Meereshöhe angesetzte Bohrung hat tatsächlich nach F. ABERER & E. BRAUMÜLLER (1949, S. 143) unter dem spätglazialen Seeton die Pattenauer Mergel erst in 248,80 m Tiefe erreicht. Auch die von beiden Autoren angeführte Bohrung Weitwörth, gemeint ist wohl die in den Jahren 1917/18 von der Mineralöl-Industrie, vormals David Fanto und Lang, bei Pabing wenig ostwärts der Straße nach Salzburg abgeteufte Bohrung mit einer Ansatzhöhe von rd. 400 m Meereshöhe, scheint bis zur Endteufe bei 149,80 m im Seeton verblieben zu sein. Auffällig ist, daß der untermiozäne Untergrund bei Lukasöd bereits bei 410 m über der Talsohle der Oichten ansteht. Demnach muß das Oichtental gerade am Gebirgsrand seine größte Eintiefung besitzen. Soferne dieser — an einer Fortsetzung der Alpenrandstörung gegen Südwesten ins Oichtental im Sinne von F. ABERER & E. BRAUMÜLLER ist nicht zu zweifeln — aus weichen Mergeln der helvetischen Oberkreide besteht wie bei Nußdorf, ist als Erklärung hierfür eine einfache Erosions-

form schon schwer zu verstehen. Noch größer werden die Schwierigkeiten, wenn man sich die ungeheuere Erosionsarbeit vorstellen will, die das Gletschereis bei der Niederhobelung der ins Oichtental hinausstreichenden Rippen von Nummulitenkalksandsteinen von St. Pankraz oder der harten Flyschkalke von Pabing geleistet haben soll. Gerade die außerordentliche Vertiefung des Oichtentales am Gebirgsrand und die Verflachung gegen Lukasöd und zum Wachtberg hin, lassen einen ganz asymmetrischen, von Seeton verhüllten Taluntergrund erkennen, was mich in meiner früheren Auffassung nur bestärkt. Der glazialen Erosion dürfte nur die Überarbeitung tektonisch angelegter Formen zukommen. Hinzuweisen ist hier ebenfalls auf die Möglichkeit einer Fortsetzung der von LECHNER (1942/1943) für das Salzachtal bei Salzburg angenommenen Einwalmungszone.

6. Zusammenfassung

In der Schuppenzone von St. Pankraz am Haunsberg liegt eine Schichtfolge von der Oberen Kreide bis ins höhere Eozän vor. Die neu aufgefundenen Adelholzener Schichten des Mitteleozäns transgredieren auf Oberer Kreide.

Die stark differenzierten Faziesverhältnisse innerhalb des Paleozäns und Eozäns weisen durch die Zunahme der Körnung und Mächtigkeit der sandigen Einschaltungen und durch schwache Konglomeratlagen auf eine schuttliefernde prävindelizische Inselschwelle im Süden hin, die zwischen St. Pankraz und dem helvetischen Eozänaufbruch im Flysch des Heuberges bei Salzburg anzunehmen ist.

Zwischen der Oberkreide und den Schwarzerzschichten des Lutet ist ein vollständiger, über diesen im Stockletten ein unvollständiger Sedimentationszyklus ausgebildet.

Die Tektonik ist durch einen seichten Muldenbau im Norden mit Übergang zu einem ausgesprochenen Schuppenbau im Süden und Akzentuierung gegen den Flysch gekennzeichnet. Anzeichen der laramischen oder intereozänen Phase sind durch die Transgression der mitteleozänen Adelholzener Schichten auf Obere Kreide im Norden festzustellen. Weitere gebirgsbildende Bewegungen werden an der Wende Obereozän-Unteroligozän angenommen, die nach vorheriger Faltung der helvetischen Zone in der Überschiebung durch den Flysch gipfeln. Im Oichtental, das vermutlich tektonisch angelegt und glazial überarbeitet ist, scheinen junge Bewegungen noch im Quartär anzuhalten.

7. Angeführte Schriften

ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.: Die miozäne Molasse am Alpennordrand im Oichten- und Mattigtal nördlich Salzburg. — Jahrb. Geol. Bundesanstalt 1947, **92**, S. 129—145, Wien 1949.

ABRARD, R.: Nomenclature et Synchronisme des assises de l'Eocène moyen et supérieur des Bassins nummulitiques de l'Europe occidentale. — Bull. Soc. Géol. de France, **5**, Nr. 3, S. 227—237, Paris 1933.

BARTENSTEIN, H.: Stand der Tertiärforschung im süddeutschen Raum. — Erdöl und Kohle, **4**, S. 679—683, Hamburg 1951.

DEL NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. Innsbruck 1949.

GANSS, O.: Geologische Exkursion in die Berchtesgadener Alpen. — Geologica Bavarica, Nr. 6, S. 72—90, München 1951.

GÖTZINGER, G.: Aufnahmsberichte über Blatt Salzburg 4850. — Verh. Geol. Bundesanstalt 1921—1936, 1949, Wien.

GÖTZINGER, K.: Eine neue Eozänfauna im Haunsberggebiet. — Verh. Geol. Bundesanstalt 1936, S. 93—95, Wien 1936.

— Zur Kenntnis der helvetischen Zone zwischen Salzach und Alm. — Verh. Geol. Bundesanstalt 1937, S. 230—235, Wien 1937.

GÜMBEL, C. W. v.: Kurze Bemerkung über die Nummulitenschichten am Nordrande der Alpen. — Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 367—368, Wien 1886.

HAGN, H.: Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik. — Geologica Bavarica, Nr. 5, München 1950.

HILTERMANN, H.: Fortschritte der stratigraphischen Mikropaläontologie in Deutschland. — 94.—98. Jahresber. d. Naturhist. Ges. Hannover für die Jahre 1942/43—1946/47, S. 7—33, Hannover 1947.

— & KOCH, W.: Taxonomie und Vertikalverbreitung von *Bolivinoides*-Arten im Senon Nordwestdeutschlands. — Geol. Jahrb. 1943—48, **64**, S. 595—632, Hannover/Celle 1950.

IMKELLER, H.: Die Kreide- und Eozänbildungen am Stallauer Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. — Programm zum Jahresbericht der städtischen Handelsschule in München pro 1895/96, München.

KLÜPFEL, W.: Über die Sedimente der Flachsee im Lothringer Jura. — Geol. Rundschau, **7**, S. 97—109, Leipzig 1917.

KRAUS, E.: Neue Wege der nordalpinen Flyschforschung. Der nordalpine Kreideflysch, Teil II. — N. Jahrb. Min. usw., Beil.-Bd. **87**, Abt. B, S. 1—243, Stuttgart 1942.

KÜHN, O. & ZINKE, G.: Die helvetische Kreide von Mattsee. — N. Jahrb. Min. usw., Beil.-Bd. **81**, Abt. B, S. 327—346, Stuttgart 1939.

LECHNER, J.: Morphologische Untersuchungen im Osterhorngebiet der Salzburger Kalkalpen. — Mitt. Geogr. Ges. München, **34**, 1942/43, S. 133—206, München 1943.

PREY, S.: Über Aufnahmen im Flysch zwischen Traun und Krems (O.-Ö.) und im Quartär, Blatt Ried—Vöklabruck. — Verh. Geol. Bundesanstalt 1947, S. 43—47, Wien 1949.

REIS, O. M.: Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. — Geogn. Jahresh. 1895, **8**, S. 1—155, Cassel 1896.

RICHTER, M. & MÜLLER-DEILE, G.: Zur Geologie der östlichen Flyschzone zwischen Bergen (Obb.) und der Enns (Oberdonau). — Z. Deutsch. Geol. Ges., **92**, S. 416—430, Berlin 1940.

SCHLOSSER, M.: Die Eozänfaunen der bayerischen Alpen. I. Teil: Die Faunen des Unter- und Mitteleozän. II. Teil: Die Obereozänfauna. — Abh. Bayer. Akad. d. Wiss., Math.-Naturw. Abt., **30**, 7. Abh., S. 1—207 u. 1—67, München 1925.

TRAUB, Fr.: Beitrag zur Kenntnis der helvetischen Kreide-Eozänserie nördlich von Salzburg. — Zbl. Min. usw. 1936, Abt. B, S. 12—15, Stuttgart 1936.

— Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich von Salzburg. — Palaeontographica, 88, Abt. A, Stuttgart 1938.

— Beitrag zur Kenntnis der miocänen Meeresmolasse ostwärts Laufen/Salzach unter besonderer Berücksichtigung des Wachtbergkonglomerats. — N. Jahrb. Min. usw., 1945—48, Abt. B, S. 53—71 u. 161—174, Stuttgart 1948.

WEDEKIND, R.: Die papillaten Flabellinen der Kreide und die Stufengliederung des Senons. — N. Jahrb. Min. usw., Beil.-Bd. **84**, Abt. B, S. 177—204, Stuttgart 1940.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen am 15. Oktober 1951.

GEOLOGICA BAVARICA

Herausgegeben und zu beziehen durch das Bayerische Geologische Landesamt München 22, Prinzregentenstr. 26

Schriftleitung: H. Arndt

Nr. 1 NATHAN, H.: Geologische Ergebnisse der Erdölbohrungen im Bayerischen Innviertel. — 68 S., 5 Abb., 1 Taf., München 1949. — Preis DM 3,50.

Nr. 2 ABELE, G.: Die Heil- und Mineralquellen Südbayerns. — 112 S., 2 Übersichtsk., München 1950. — Preis DM 5,—.

Nr. 3 TREIBS, W.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Otting. — 52 S., 6 Abb., 1 geol. K. 1 : 25 000, München 1950. — Preis DM 5,—.

Nr. 4 SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologie des Isartalgebietes im Bereich des Rißbach-Stollens und des geplanten Sylvenstein-Staubeckens. — 55 S., 12 Abb., 15 Taf., München 1950. — Preis DM 6,—.

Nr. 5 HAGN, H.: Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik. — 45 S., 5 Taf., München 1950. — Preis DM 3,—.

Nr. 6 BAYER. GEOL. LANDESAMT: Hundertjahrfeier des Bayerischen Geologischen Landesamtes September 1950 (Festvorträge und Exkursionsberichte). — 183 S., 30 Abb., 5 Taf., 5 Beilagen, München 1951. — Preis DM 8,—.

Nr. 7 ANDRES, G.: Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Hofstetten—Gaimersheim—Wettstetten nördlich von Ingolstadt. — 57 S., 8 Abb., 4 Taf., 1 geol. K. 1 : 25 000, München 1951. — Preis DM 6,50.

Nr. 8 LUTYJ-LUTENKO, A.: Bau und Strukturen der Lechtal-Decke im Gebiete der Jachenau zwischen Walchen-See und Isar-Tal. — 63 S., 16 Abb., 1 Taf., 1 geol. K. 1:25 000, 1 Profiltafel., München 1951. — Preis DM 8,50.

Nr. 9 v. FREYBERG, B.: Zur Stratigraphie und Fazieskunde des Doggersandsteins und seiner Flöze. — 108 S., 10 Abb., 16 Taf., 9 Tab., 31 Bohrprof., München 1951. — Preis DM 6,25.

Nr. 10 HAGN, H. & HÖLZL, O.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit besonderer Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. — 208 S., 7 Abb., 8 Taf., 2 Tab., München 1952. — Preis DM 12,50.

Nr. 11 KNAUER, J.: Diluviale Talverschüttung und Epigenese im südlichen Bayern. — 32 S., 11 Abb., München 1952. — Preis DM 2,50.

Nr. 12 ZÖBELEIN, H. K.: Die Bunte Molasse bei Rottenbuch (Obb.) und ihre Stellung in der Subalpinen Molasse. — 86 S., 9 Abb., 1 Fossiltab., 1 Lageplan, München 1952. — Preis DM 5,—.

Nr. 13 MÜLLER, F.: Die geologischen Verhältnisse des Blattes Buchenberg (Bayerisches Allgäu). — 24 S., 2 Abb., 1 geol. K. 1 : 25 000, München 1952. — Preis DM 5,—.

Nr. 14 HEINRICH ARNDT zum 65. Geburtstag. — A. 15 wissenschaftliche Mitteilungen, u. a. F. KOHL: Ackerberge auf diluvialen Terrassen. B. Amtliche Mitteilungen, u. a. F. VOGEL & A. GRADER: Entwicklung, Stand, Zweck und Bedeutung der gemeindeweisen Bodenschätzung in Bayern i. M. 1 : 25 000 (Stand vom 31. Dezember 1951). — Insgesamt 198 S., 51 Abb., 1 Taf., München 1952. — Preis DM 12,—.

Nr. 15 TRAUB, FR.: Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. — 38 S., 4 Abb., München 1953. — Preis DM 2.50.

Ferner erschienen:

Geologische Karte von Bayern 1 : 100 000, Blatt Schweinfurt, Preis DM 5,—. Erläuterungen (im Preis nicht inbegriffen) erscheinen 1953.

Klimakarte des Gebietes der Landesbauernschaft Bayern (1942) 1 : 1 000 000 (ohne Oberfranken, Oberpfalz und Niederbayern). — DM 2,—.

Bodenübersichtskarte des Gebietes der Landesbauernschaft Bayern (1942) 1 : 1 000 000 (ohne Oberfranken, Oberpfalz und Niederbayern). — DM 2,—.

Gebietsgliederungskarte nach der Boden- und Klimakarte der Landesbauernschaft Bayern (1942) 1 : 1 000 000 (ohne Oberfranken, Oberpfalz und Niederbayern). — DM 2,—.

Bodenschätzungs-Übersichtskarte vom Reg.-Bez. Schwaben (1944) 1 : 100 000.

Blatt I (südliches Gebiet). — DM. 4,—.

desgl. Blatt II (Mittelschwaben). — DM 4,—.

desgl. Blatt III (nördliches Gebiet). — DM 4,—