

Forschungen  
aus den Naturwissenschaften

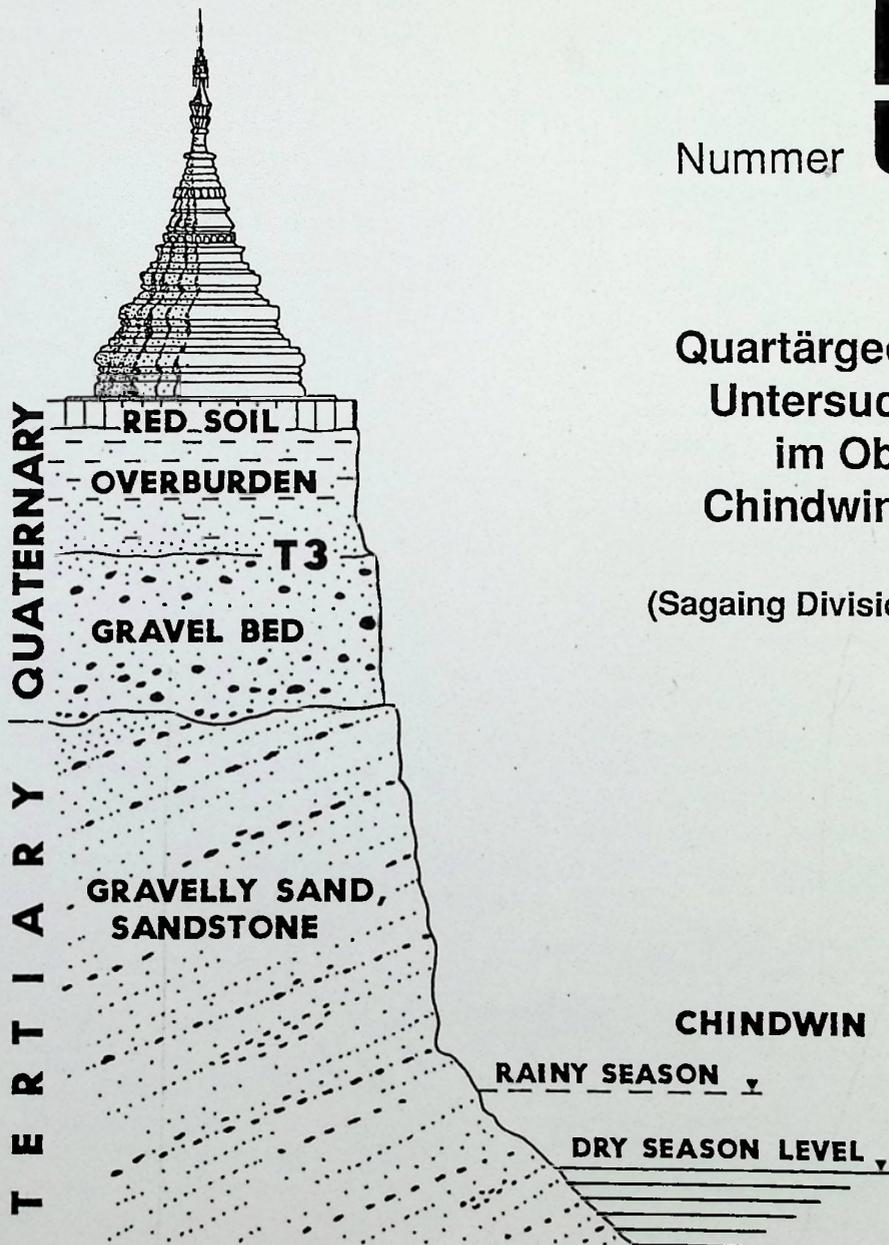


# documenta

naturae

ISSN 0723 - 8428

Nummer **52** München 1989



## Quartärgeologische Untersuchungen im Oberen Chindwin Distrikt

(Sagaing Division, Oberbirma)

**documenta naturae**  
(Forschungen aus den Naturwissenschaften)  
ISSN 0723 - 8428

Herausgeber: Dr. Hans-Joachim Gregor, Hans-Sachs-Str.4, D-8038 Gröbenzell  
Dr. Heinz Josef Unger, Nußbaumstr.13, D-8058 Erding

Herstellung: Buchdruckerei Günther Raschke, Münchener Str.112, D-8260 Mühldorf a. Inn  
Vertrieb: Buchhandlung Kanzler-Haseitl, Gabelsbergerstr.55, D-8000 München 2  
Bestellung: bei der Buchhandlung oder den Herausgebern  
Anfragen sind an die Herausgeber zu richten.

Die Schriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten  
Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Vor- und Frühgeschichte usw.  
Seit 1986 Mitteilungsorgan des Arbeitskreises Paläobotanik und Palynologie.  
Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich.

Schutzgebühr für diesen Band:  
Zahlungen auf das Konto Nr. 6410317280 bei der Bayer. Hypotheken- und Wechsel-Bank  
München (BLZ 70020001) (Konto-Inhaber: Dr. H.-J. Gregor) erbeten.

## U Myat Htut

\* 28.11.1949 in Mandalay

† 9.9.1989 in Rangoon

---

U Myat Htut wuchs in Mandalay, der alten birmanischen Königsstadt auf. Dort besuchte er von 1959-1969 die Grund- und Oberschule. Von 1969-1973 studierte er an der Universität Mandalay, von 1973-1975 an der Universität Rangoon Geologie und Geochemie.

1978 trat er in die Technical Services Corporation (TSC), einer Unterabteilung des Industrieministeriums Nr.2 ein. TSC war für das Projekt ECAMS (Eastern Chin and Arakan Mineral Survey) im Rahmen der technischen Zusammenarbeit zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Birma für die birmanische Seite federführend. U Myat Htut arbeitete im Rahmen dieses Projekts in der Lagerstättenprospektion und -exploration u.a. am Uyu River. Er spezialisierte sich auf dem Gebiet der Fernerkundung. Zur Vertiefung dieser Kenntnisse erhielt er ein Stipendium und arbeitete vom 2.5.84 bis 30.4.85 bei H.Mollat an der BGR in Hannover. Nach seiner Rückkehr nach Birma war er in der Goldprospektion in Oberbirma im Rahmen von ECAMS tätig. 1988 verbrachte U Myat Htut mit dem Unterzeichner 3 Monate am Chindwin River, um zwischen Tatkon und Homalin (Sagaing Division) quartärgeologische Untersuchungen durchzuführen. Dabei bewährte er sich hervorragend als technischer Organisator und Geologe. Während dieser Untersuchungen gelang u.a. der erste Nachweis einer paläolithischen Kultur am Chindwin River.

U Myat Htut war ein herausragend guter Geologe, der seinem Lande, hätte man ihn entsprechend eingesetzt, noch große Dienste hätte leisten können. Nie erlahmendes Interesse an allen geologischen Fragen, ein ausgeglichenes Wesen und eine liebenswürdige Hilfsbereitschaft zeichneten ihn aus. Er war ein tüchtiger Kollege und Mitarbeiter und fürsorglicher Freund, der uns Europäern die vielen Fragen über sein Land zu beantworten suchte. Als gläubiger Buddhist, der sich auch in reiferen Jahren noch öfters in ein Kloster zurückzog, führte er mich während unseres gemeinsamen Fieldtrips in die buddhistischen Klöster entlang des Chindwin River und vermittelte mir einen kleinen Einblick in das buddhistische philosophische Denken.

U Myat Htut grew up in Mandalay, the old royal capital, where he went to primary and secondary school. From 1969-1973 he studied geology and geochemistry at the Mandalay University, from 1973-1975 at the University of Rangoon.

1978 he joined the Technical Services Corporation, a subdepartment of the ministry of Industry No.2. The project of ECAMS (Eastern Chin and Arakan Mineral Survey) in the field of technical cooperation between the Federal Republic of Germany and Burma was in the TSC's competence. U Myat Htut worked for this project in deposit prospecting and exploration besides other activities at Uyu River. He specialized in the field of remote sensing (geological interpretation of aerial photographs). For purpose of heightening his knowledge in this domain he obtained a scholarship and worked from May 84 until end of April 85 with H.Mollat at the BGR of Hannover. After his return to Burma he was entrusted with gold prospecting in Upper Burma by ECAMS. In 1988 U Myat Htut spent three months with the author of this obituary notice at the Chindwin River in order to carry out quaternary geological investigations. In the course of these operations he proved himself to be an excellent technical organizer and geologist. One of the outstanding outcomes of these investigations was that a palaeolithic civilization in the goldfield gravels of the River Chindwin could be traced.

U Myat Htut was a prominent geologist, who might still have done a lot for his country, if entrusted with the right missions. He distinguished himself by never ceasing interest in all geological questions, by his well-balanced personality and amiable willingness to help. He was an efficient colleague and partner and a most considerate friend, who always tried to answer the many questions of us Europeans on his country. As a believing buddhist, who even in his adult age retired often in a buddhist convent, he showed me in the time of our fieldtrip many buddhist

In seiner bescheidenen Art und in großzügiger Gastfreundschaft brachte er uns allen, die wir das Glück hatten, mit ihm gemeinsam das herrliche Land Birma erleben zu dürfen, die Schönheit seiner Heimat und die Liebenswürdigkeit der Menschen nahe.

Über den Tod hinaus schulden wir ihm Dank und Anerkennung. Sein Andenken wird in unseren Herzen fortleben.

Heinz Josef Unger

convents along the Chindwin River and help me to gain some insight in buddhist philosophy. With his modest ways and generous hospitality he made all of us who were so fortunate as to get to know the wonderful country of Burma in his company, appreciate the beauty of his country and the amiability of its inhabitants.

We are deeply indebted to him for ever and his memory will last for ever in our hearts.

Heinz Josef Unger

Quartärgeologische Untersuchungen  
im  
Oberen Chindwin Distrikt  
(Sagaing Division, Oberbirma)

mit 57 Abbildungen, 23 Tabellen,  
11 Tafeln und 1 Beilage

von  
Heinz Josef Unger\*, Myat Htut\*\*  
und Hans Christoph Einfalt\*\*\*

Anschrift der Verfasser:

\* Dr.Heinz Josef Unger, Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstr.128  
D-8000 München 40, W-Germany

\*\* U Myat Htut, Technical Services Corporation, Wingraba A.1, Rangoon, Birma

\*\*\* Dr.Hans Christoph Einfalt, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe,  
Postfach 51 01 53, D-3000 Hannover, W-Germany

Department of Agriculture

Division of Entomology and Plant Quarantine

Washington, D. C.

June 10, 1954

Dear Sir:

I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of June 8, 1954, regarding the matter mentioned therein.

The information you have furnished is being reviewed and a final report will be prepared as soon as possible.

Very truly yours,

Director

## Vorwort

Im Rahmen der technischen Zusammenarbeit der Bundesrepublik Deutschland mit Birma wurden, in Kooperation mit der Technical Services Corporation des Industrie-Ministeriums Nr.2, im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover quartärgeologische Untersuchungen am Chindwin River in Nordwest-Birma durchgeführt. Diese Untersuchungen liefen innerhalb des ECAMS IV-Projektes unter fachlicher Beiordnung zur deutschen Lagerstätten-Beratergruppe.

Die Geländearbeiten erfolgten in der Zeit vom 27.1. bis 11.4.1988. Sie wurden durch die für diese Jahreszeit ungewöhnlich häufigen und starken Regenfälle im Februar und März sowie durch Krankheitsfälle in der Arbeitsgruppe behindert.

An die Geländearbeiten schloß sich eine Auswertungsphase in Rangoon bis zum 19.5.1988 (Abreisetag) an.

Zusammen mit den Autoren haben für kürzere Zeit folgende Kollegen an den Übersichtsbegehungen und Aufnahmearbeiten teilgenommen: Dep.Dir.U Than Htay (Technical Services Corporation (TSC), Project Director ECAMS), Dr.H.C.Einfalt (BGR, Rangoon, Deut-

scher Projektleiter ECAMS), Dr.D.Hagen (BGR, Hannover), Ing.K.Zimmermann (BGR, Hannover) und mehrere birmanische Kollegen der Technical Services Corporation. Allen Genannten muß von den Autoren für ihre tatkräftige Unterstützung und für ihre kritischen Diskussionsbeiträge auch während der Auswertungsphase herzlich gedankt werden.

Direktor (TSC) U Soe Win half mit großem Engagement und war uns ein wohlmeinender Ratgeber.

An den Auswertungsarbeiten waren in Rangoon die ECAMS-Labors unter U Tin Lin und Daw Theingi Swe, in München Mitarbeiter des Bayerischen Geologischen Landesamtes (Dr.W.Grottenthaler, D.W.-D.Ott, Dr.U. Rast, Dr.H.Streit und Dr.A.Wild) und in Hannover Herr Kollege Dr.Mollat, der die erforderlichen Landsat-Aufnahmen zur Verfügung stellte, beteiligt. Die Amtsleitung des Bayerischen Geologischen Landesamtes (München) unterstützte entgegenkommenderweise die Arbeiten für den Abschlußbericht.

Ohne die Hilfe der oben Genannten wäre es den Autoren nicht möglich gewesen, ein auch nur annähernd brauchbares Ergebnis vorzulegen.

## Kurzfassung

Im Zuge quartärgeologischer Untersuchungen im Oberen Chindwin Distrikt (Sagaing Division, Ober-Birma), die sich entlang des Chindwin auf den Flußabschnitt zwischen Tatkon im Süden und Homalin im Norden erstreckten, wurden 5 pleistozäne Terrassen und eine holozäne Terrasse nachgewiesen, die sich mit den Terrassenniveaus am Irrawaddy parallelisieren lassen

Der Nachweis und die Korrelation dieser 6 Terrassen über eine Flußstrecke von 214 Kilometern gelang durch die Einmessung der einzelnen Terrassenhöhen zu beiden Seiten des Chindwin (40 Meßlinien mit 88 km gemessener Länge von 11 Basispunkten aus; Ausgangspunkt für die Einmessung war meistens der dry season level des Chindwin). Mit den Ergebnissen aus diesen Aufnahmen wurde die flächige Verbreitung der einzelnen Terrassen im Flußabschnitt zwischen Tatkon und Homalin kartennäßig dargestellt. Daraus konnte die Ausdehnung des mittelpleistozänen bis holozänen Chindwin Tales und die Verteilung der einzelnen Terrassen im heutigen Tal rekonstruiert werden.

Der petrographische Aufbau der pleistozänen Terrassen unterscheidet sich grundlegend von dem der holozänen Terrasse:

- die pleistozänen Terrassen bauen sich aus einem unteren, grobklastischen Teil von 3 bis 6 m Mächtigkeit und einem feinklastischen oberen Teil, dem Overburden, 10 bis 14 m mächtig, auf. Den grobklastischen Teil repräsentieren Sande, Kiese, Schotter und Boulder (bis maximal 50 cm Durchmesser) in lateral wie vertikal rasch wechselnder Folge, den feinklastischen Teil bauen Fein- bis Feinmittelsande bis Schluffe auf. Eine bis zu 4 m mächtige, intensiv rot gefärbte Lage (red soil) kann die pleistozänen Terrassen nach oben hin abschließen.
- die holozäne Terrasse, die sich in einen älteren (qhā) und einen jüngeren (qhj) Teil unterteilen läßt, wird ganz oder zum überwiegenden Teil von lose gelagerten, abschnittsweise kreuzgeschichteten Fein- bis Grobmittelsanden aufgebaut, die lagenweise schluffig sein können. Der Schluffgehalt nimmt generell nach oben hin zu. Eingelagerte Fein- bis selten Grobkiese in Lagen oder Linsen wurden, regellos im feinkörnigen Sediment verteilt lagernd, verschiedentlich beobachtet

Die holozäne Terrasse liegt 4 bis 15 m über dem dry season level des Chindwin. Sie wird während der Regenzeit in weiten Teilen noch überflutet. Die

pleistozänen Terrassen liegen 24,8 m (T4), 41,2 m (T3), 56,6 m (T2), 74,8 m (T1) und 118,8 m (T0) über dem dry season level des Chinwin.

Durch die auch heute noch andauernde Hebung des Untergrundes war der Chindwin im fortschreitenden Pleistozän gezwungen, sich epigenetisch in das sich hebende Tertiär einzuschneiden. Härtere Schichten des Tertiärs konnten dabei wegen des offensichtlich über längere Zeiträume zu geringen Energieangebotes des Flusses nicht erodiert werden, blieben als Härtinge im Strombett stehen und beeinflussten in zunehmendem Maße das Sedimentationsgeschehen. Dadurch entstanden parallel zu den pleistozänen Akkumulationsterrassen (T0-T4) zeitgleiche Erosionsverebnungen ((T0)-(T4)) im sich hebenden Tertiär, die mit Resten von Terrassenschottern, versteinertem Holz und feinkörnigem Overburden-Material bedeckt sein können.

Die pleistozänen Terrassen T0 bis T4 wurden im Mittleren- und Oberen Pleistozän, etwa im Zeitraum zwischen 800 000 bis 10 000 Jahren vor heute abgelagert, die holozäne Terrasse des Postglazials ist jünger als 10 000 Jahre vor heute anzusetzen.

Bei den Aufnahmearbeiten konnten erstmals im Oberen Chindwin Distrikt paläolithische Steinwerkzeuge innerhalb der Terrassenschotter der pleistozänen Terrassen T2 bis T4 gefunden werden. Da bis jetzt zu wenige Artefakte entdeckt wurden, können sie im Moment noch nicht für eine Datierung der Terrassen herangezogen werden. Parallelisierungen mit den entlang des Irrawaddy gefundenen steinzeitlichen Kulturrelikten gestatten eine vorläufige Einstufung in die paläolithischen Stufen des Early Anyathian und des Late Anyathian.

Ein geologisch-stratigraphischer Überblick und Bemerkungen zur Tertiär-Stratigraphie des Chindwin Beckens orientieren sich hauptsächlich an der Literatur, doch konnte in Korrelation mit den Faunen des westlich gelegenen Paratethys-Bereich, das Sedimentationsende der Irrawaddy Gruppe faunistisch mit dem Ende des Pliozän festgelegt werden.

Grundrisse und Profile aller vermessenen Profillinien werden vorgelegt. Im Zuge der Aufnahme wurden nördlich von Homalin auch Tertiär-Sandsteine beprobt, die auf ihren Schwermineralanteil und den Tongehalt hin untersucht wurden. Ihr Schwermineralspektrum ähnelt dem der grobkörnigen pleistozänen Terrassensedimente, allerdings führen sie bis zu 77% Kaolinit als toniges Bindemittel.

Da Birma im östlichen Teil der Tethys liegt erschien es vertretbar, die weiter im Westen für den

Tethys/Paratethys-Bereich chronostratigraphisch ermittelten absoluten Zeitmarken zu übernehmen, die allerdings durch die Faunenvergleiche ebenfalls untermauert werden. Danach liegt die Grenze Miozän zu Pliozän bei 5,4 Mill. Jahren vor heute, das Pleistozän beginnt bei etwa 1,8 Mill. Jahren vor heute und endet gegen 10 000 Jahren vor heute.

In das Untere Pleistozän wurden die Boulder Konglomerate Birmas (in Analogie zu den Boulder Konglomeraten der Siwaliks in Indien) gestellt. Zu dieser Zeit dürfte das Quellgebiet des Ur-Chindwin noch im tibetischen Hochland gelegen haben und der heutige Tsangpo sein Oberlauf gewesen sein. Bis Ende der Sedimentation der Irrawaddy Gruppe, spätestens bis nach der Ablagerung der Boulder Konglomerate gab es nur ein einziges großes Stromsystem im westlichen Birma, nämlich das Ur-Chindwin-System.

Mit dem Einsetzen der großen Vereisungen im Himalaya im Mittleren Pleistozän dürfte die Abkoppelung des Ur-Chindwin vom Tsangpo erfolgt sein, Chindwin und Irrawaddy werden zu eigenständigen Flußsystemen, es begann die Geschichte der Flußterrassen an beiden Strömen.

Detailprofile aus Goldfeldern und Aufschlüssen werden vorgelegt. Petrographische Geröllanalysen von Terrassenschottern ergaben neben einer Dominanz von weißstrübem Quarz, höhere Anteile von Sandsteinen, Radiolariten und quarzitischen Sandsteinen, sowie geringe Prozentsätze von sauren Magmatiten und intermediären bis basischen Gesteinen. Aus den Schwermineralanalysen an Kies- und Sandproben aus den pleistozänen Terrassenschottern unterschiedlicher Niveaus lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- eine Unterscheidung der einzelnen pleistozänen Terrassen mittels signifikanter Schwermineral-Assoziationen ist nicht möglich,
- alle untersuchten grobklastischen Terrassensedimente führen geringe Gehalte an vulkanischem Glas (ebenso eine tertiär-Probe), was als Indiz für eine vulkanische Tätigkeit auch während des Mittleren- und Oberen Pleistozäns in der Umgebung des Chindwin Beckens gewertet wird.

Die einzelnen Terrassen werden in ihrer ursprünglichen und heutigen Verbreitung dargestellt und die Hauptströmungsrichtungen im pleistozänen Tal ausgewiesen. Bei der Auswertung zeigte sich, daß der Zwischenrücken, Nwetemon Taungdan, nordöstlich von Homalin gelegen, ursprünglich westlich und östlich vom Ur-Chindwin umflossen wurde, d.h., daß der Uyu-River frühestens ab der T4-Zeit, wahrscheinlich erst ab dem Holozän als eigenständiger Fluß vorlag.

Abschließende Bemerkungen zum Sedimentationsablauf und der Tektonik zwischen dem Obermiozän und dem Holozän im Oberen Chindwin Becken beschließen den petrographisch-stratigraphischen Teil.

Die Untersuchungen des vorausgegangenen Abschnitts hatten als Zielvorgabe, die Ausdehnung Gold-prospektiver Terrassenflächen, die Zuordnung von Goldfeldern zu einzelnen Terrassen und eventuelle Gesetzmäßigkeiten der Goldführung in den Terrassenschottern aufzuzeigen.

Das Gold in den Terrassenschottern am Chindwin dürfte sowohl primären (Wuntho-Massiv) als auch sekundären oder tertiären Quellen (u.a. miozäne Sedimente) entstammen und eine stufenweise Anreicherung erfahren haben. Dieselbe Aussage gilt für die Platin-Gruppen-Mineralien, die vergesellschaftet mit dem Gold auftreten. Mögliche Zusammenhänge zwischen Liefergebieten und Seifenvorkommen im Chindwin Gebiet und einige wesentliche Kennzeichen der Chindwin-Seifen (Korngrößen, ihre Anreicherung und ihre Lagerung, regellos verteilt in Lagen oder Linsen in den Schotterabfolgen) werden dargelegt. Die Goldführung tritt regellos verteilt, linsig oder lagig, in den Grobsedimenten der pleistozänen Terrassenschotterabfolgen auf. Allgemeingültige Verteilungsschemata für die Goldführung in den Schotterlagen lassen sich nicht erkennen. Die heute bekannten Goldabbaufelder verteilen sich hauptsächlich auf die pleistozänen Terrassen T3 (37%) und T4 (40%), untergeordnet auf die Terrassen T2 (11,4%) und T1 (11,4%).

Die Chindwin-Seifen gehören zum Typus der allochthonen Gold-Seifen.

Für jede der 5 pleistozänen Terrassen werden, nach Auswertung der Lagerungs- und Verbreitungskarten, die Höffigkeitsgebiete ausgewiesen, d.h. Gebiete, die vermutlich einen hohen Prospektionswert haben und die sich für eine weiterführende Exploration anbieten. Das weite Gebiet südlich von Homalin dürfte auf Grund des wahrscheinlich großen Gesamtvolumens der Terrassensedimente und seiner Staubekkenfunktion vor der Flußverengung nördlich von Tonhe für weitere Prospektions- und Explorationsarbeiten prädestiniert sein.

Im Anhang wird von der frühneuzeitlichen Eisenverhüttung zwischen Ta-nga und Thaungdut berichtet, deren Spuren gefunden wurden. Dabei wurde in einem primitiven Schmelzverfahren aus den am Top des Tertiärs lagernden Eisenkrusten und hämatitischen Eisenkonkretionen ab 1797 n. Chr. (unter der Ägide der Herrscher von Thaungdut IV) Eisen erschmolzen. Zusammen mit den Schlacken fanden sich auch viele Keramikreste von Gebrauchsgeschirr.

## Abstract

Investigations in the Quaternary of the Upper Chindwin District (Sagaing Division, Upper Burma) along the Chindwin River between Tatkon village in the south and the town of Homalin in the north revealed and proved the existence of 5 Pleistocene and one Holocene terraces. This system of terraces can be correlated with the terrace level pattern along the Irrawaddy.

Proof of existence and correlation of these 6 terraces were obtained through surveying of the various terrace levels on both sides of the Chindwin river over a length of 214 km along the Chindwin, using 40 traverse lines with a total length of 88 km, which started from 11 basic localities, with the dry season level of the Chindwin as the reference altitude in most cases. From the results of these measurements, the areal extension of each individual terrace has been shown on maps, covering the area between Tatkon and Homalin. It was possible therefore to reconstruct the lateral dimension of the middle Pleistocene to Holocene Chindwin valley as well as the areal distribution of each terrace in the present valley.

Petrographically, the Pleistocene terraces are fundamentally different from the Holocene terrace:

- Pleistocene terraces consist of a lower, coarse grained clastic suite of 3 to 6 m thickness, and a fine grained, upper part (overburden), 10 to 14 m in thickness. The coarse grained clastic sediments are represented by sand, gravelly sands, pebble layers and boulders up to 50 cm in diameter, with a rapid change in facies laterally and vertically. The fine grained upper part consists of fine grained sand to silt. The top part of the Pleistocene terrace is often marked by a strongly reddish coloured layer of up to 4 m in thickness (red soil).
- the Holocene terrace, divided into an older and a younger part (qhā and qhj, resp.), is composed totally or at least to a prevailing amount of unconsolidated fine-to coarse-middle-grained-sand with silty layers and crossbedding at places. In general, the amount of silt increases upward. Interbedded layers or lenses of fine grained gravel or, rarely, of coarse grained gravel, have been observed at several places, being irregularly distributed in fine grained sediments.

The Holocene terrace rises 4 to 15 m above the the dry season level of the Chindwin. During rainy season, this terrace is flooded in large areas.

The Pleistocene terraces rise 24,8 m (T4), 41,2 m

(T3), 56,6 m (T2), 74,8 m (T1) and 118,8 m (T0) above the dry season level of the Chindwin.

Since the whole Chindwin area underwent a still continuing uplifting, the Chindwin river had to cut its valley epigenetically through the Tertiary during and since the Pleistocene. Obviously, harder strata of the Tertiary could not be eroded by the river during larger time intervalls of low energy of the river. They remained as monadnocks (consolidated sand banks) in the valley and had an increasing influence on the sedimentation. As time-equivalent features to the Pleistocene accumulation terraces (T0-T4), denudation planes ((T0)-(T4)) developed, which may be covered by terrace gravel remnants, fossil wood and fine grained overburden.

The Pleistocene terraces T0 to T4 were deposited during the Middle and Upper Pleistocene, approximately between 800 000 to 10 000 years before present, the Holocene terrace is younger than 10 000 years before present.

During the field work, palaeolithic tools have been discovered in the gravel material from the terraces T2 to T4, which is the first reported finding of such tools in the Upper Chindwin District. Since only a few artefacts were found, they are not sufficient for a dating of the terraces. Compared with palaeolithic cultural relics from the Irrawaddy area, they are assigned on a preliminary base to the palaeolithic stage of the Early Anyathian and the Late Anyathian (sensu MOVIUS 1943).

A summary on the geology and stratigraphy and remarks concerning the stratigraphy of the Tertiary is based mainly on the available literature. By correlation with faunistic elements from the Paratethys-area in the west, the termination of the Irrawaddy Group sedimentation has been placed at the end of the Pliocene.

Ground plans and profiles of all traverses are documented. During field work in the area north of Homalin, Tertiary sandstones have been sampled. Their heavy mineral spectrum resembles the ones from the coarse grained Pleistocene terrace sediments, the samples containing up to 77% kaolinite as matrix.

Since Burma is situated in the eastern part of the Tethys, it seemed justifiable to accept the absolute time markers, established on chronostratigraphical base, from the Tethys/Paratethys area further west as time markers for the Chindwin area, which procedure is supported by the comparison of the faunistic elements. Accordingly, the change from Miocene to Pliocene happened about 5,4 million years

before present, the Pleistocene starts around 1,8 million years and ends about 10 000 years before present.

The Boulder Conglomerates of Burma have been assigned to the Lower Pleistocene, as equivalent of the Boulder Conglomerates of the Siwaliks in India. At this time, the source area of the Oldest Pleistocene-Chindwin may have been the Tibetan highlands, with the present Tsangpo as the upper part of this Chindwin system. Until the termination of the sedimentation of the Irrawaddy Group sediments, or shortly after the deposition of the Boulder Conglomerates at latest, there was only one single large river system in western Burma, the "Ancient-Chindwin-system".

With the beginning of the large glaciations of the Himalayas during the Middle Pleistocene, the Chindwin was separated from the Tsangpo, Chindwin and Irrawaddy developed into separate river systems with their own terrace systems.

Detailed profiles from goldfields and terrace outcrops are shown. Petrographical pebble analyses from terrace gravels revealed a majority of milk quartz, a larger amount of sandstones, cherts and quartzitic sandstones, and a minor amount of acid and intermediate to basic rock fragments. According to the results of heavy mineral investigations from sand- and gravel samples of Pleistocene terrace gravel of different levels, two interesting conclusions can be drawn:

- it is not possible to distinguish the individual Pleistocene terrace levels by means of their heavy mineral association, which means that the source area for these sediments did not change during the Pleistocene;
- all investigated coarse grained terrace sediments contain a small amount of volcanic glass (also one of the Tertiary sediment samples), which indicates volcanic activity in the surroundings of the Chindwin Basin even during Middle and Upper Pleistocene.

The individual terraces are shown in their original and in their present extension together with the main directions of the current in the Pleistocene valley. It is obvious, that the Nwetemon Taungdan northeast of Homalin was originally engulfed on its western and eastern side by the Pleistocene Chindwin, and that the Uyu river developed into an individual tributary only since the T4 period at earliest, probably only since the Holocene.

Final remarks concerning the sedimentation process and the tectonic development between the Upper Miocene and the Holocene in the Upper Chindwin Basin conclude the petrographical-stratigraphical part of the investigation.

The object of the above mentioned investigations had been the delineation of the areal extension of supposedly gold bearing terraces, the correlation of individual gold fields with the relevant terrace level and the tracing of regularities of gold distribution in the terraces, if there are any.

The gold in the Chindwin terrace gravels may come directly from primary sources (Wuntho massiv) as well as from secondary and tertiary sources (Miocene sandstones among others) and probably underwent a stepwise enrichment. The same may be true for the platinum-group-minerals, associated with gold in these placers. Possible relations between source areas and placer occurrences in the Chindwin area are outlined as well as some more important characteristics of the Chindwin placers. Gold seems to be irregularly enriched in lenses and layers of coarse grained clastic sediments in the Pleistocene terraces. There seems to be no regular pattern of gold distribution. The gold fields as presently known are concentrated in the Pleistocene terraces T3 (37%) and T4 (40%) and occur less frequently in the terraces T2 (11,4%) and T1 (11,4%). The Chindwin placers belong to the allochthonous placer type.

In the appendix, the findings of late medieval iron smelting between Ta-nga and Thaungdut are reported. Iron crusts and hematitic iron concretions on top of the Tertiary have been the raw material for smelting, using a primitive smelting procedure, since 1797 A.C. during the reign of the kings of the Thaungdut IV period. Together with slags, abundant fragments of pottery have been found.

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
Kurzfassung .....	4
Inhaltsverzeichnis .....	8
1. Einleitung .....	10
2. Geographische Übersicht und Lage des Untersuchungsgebietes .....	10
3. Geologisch-stratigraphischer Überblick und Bemerkungen zur Tertiär-Stratigraphie des Chindwin-Beckens .....	12
4. Quartärgeologische Untersuchungen zwischen Tatkon und Homalin am Chindwin River .....	20
4.1. Vorbemerkung .....	20
4.1.1. Fragestellung und Zielsetzung .....	20
4.1.2. Arbeitsmethodik und Durchführung .....	20
4.2. Bemerkungen zu den Profillinien .....	22
4.2.1. Tatkon .....	25
4.2.2. Shwelinda .....	25
4.2.3. Yuwa .....	34
4.2.4. Ta-nga .....	36
4.2.5. Auk Taung .....	38
4.2.6. Nansima .....	40
4.2.7. Paungbyin .....	40
4.2.8. Manawtha .....	44
4.2.9. Thaungdut .....	44
4.2.10. Myenga .....	44
4.2.11. Homalin .....	52
4.3. Bemerkungen zur Quartär-Gliederung und zu Entwicklungsabläufen .....	56
4.4. Das Quartär entlang des Chindwin River .....	61
4.4.1. Die pleistozänen Flußterrassen .....	64
4.4.1.1. Entstehung und Verbreitung .....	64
4.4.1.2. Petrographischer Aufbau der pleistozänen Terrassen .....	68
4.4.1.2.1. Grobklastische Sedimente .....	68
4.4.1.2.2. Feinkörnige Überdeckung der Terrassenschotter .....	74
4.4.1.3. Die Terrassen .....	75
4.4.1.3.1. Terrasse T0 .....	75
4.4.1.3.1. Terrasse T1 .....	77
4.4.1.3.3. Terrasse T2 .....	77
4.4.1.3.4. Terrasse T3 .....	80
4.4.1.3.5. Terrasse T4 .....	80
4.4.1.4. Zur Alterseinstufung der pleistozänen Flußterrassen am Chindwin .....	84
4.4.1.4.1. Geologische Kriterien .....	84
4.4.1.4.2. Archäologische Kriterien .....	84
4.4.2. Die holozäne Flußterrasse .....	87
4.4.2.1. Petrographischer Aufbau .....	87
4.4.2.2. Die holozäne Verebnung .....	89
4.4.2.3. Zur Alterseinstufung der holozänen Terrassen .....	91
4.4.3. Das "Jüngste Alluvium" .....	91
5. Bemerkungen zum Sedimentationsablauf und der Tektonik zwischen dem Obermiozän und dem Holozän im Oberen Chindwin-Becken .....	92

6.	Anmerkungen zur Edelmetallführung in den quartären Flußterrassen am Chindwin River .....	97
6.1.	Allgemeine Bemerkungen .....	97
6.2.	Zur Herkunft des Goldes und der Platin-Gruppen-Mineralie .....	97
6.3.	Charakteristika der Edelmetallführung in den pleistozänen Terrassensedimenten ....	101
6.4.	Verteilung der im Abbau stehenden Goldfelder auf die einzelnen pleistozänen Terrassen .....	104
7.	Literatur .....	107
	Tafeln 1 - 11 .....	111
	Anhang - Appendix .....	135
	A - 1 Geographische Lage der Goldfelder und ihre Terrassenzuordnung .....	136
	A - 2 Eine frühneuzeitliche Eisenverhüttung zwischen Ta-nga und Thaugdut .....	137
	A - 2.1. Geschichtliche Entwicklung Thaugduts (MYAT HTUT) .....	141

## 1. Einleitung

Seit 1982 werden durch Arbeitsgruppen des ECAMS-Projektes Prospektions- und Explorationsarbeiten auf edelmetallführende Quartärablagerungen im Gebiet des Oberen Chindwin durchgeführt, deren Ergebnisse in verschiedenen nicht publizierten Projektberichten niedergelegt sind (u.a. HAGEN 1982; HAGEN et al. 1986; HAGEN & AUNG CHO 1987; SOE WIN 1987; SOE WIN et al. 1987). Diese Seifenvorkommen führen neben Gold unterschiedliche Mengen an Platin-Gruppen-Mineralen (PGM). Das Gold wird durch die lokale Bevölkerung sowohl aus den pleistozänen Terrassenschottern längs des Chindwin- und des Uyu-River als auch aus den rezenten Flußablagerungen, den Jüngsten Alluvionen, gewaschen. Die pleistozänen Terrassenablagerungen sind dabei die ergiebigeren Vorkommen.

Es sollte versucht werden, die bereits durchgeführten Prospektions- und Explorationsarbeiten durch quartärgeologische Untersuchungen zu ergänzen. Neben der Einführung von Counterpart-Wissenschaftlern in die Theorie und Praxis der quartärgeologischen Arbeitsmethoden waren folgende Aufgaben durchzuführen:

- quartärgeologische Kartierungen in Gebieten mit edelmetallhaltigen Schotterkörpern (Seifenlagerstätten);
- Erarbeitung eines genetischen Modells zur Herkunft, Entstehung und Verbreitung der edelmetallhöflichen Flußterrassen.

Das vorliegende Ergebnis wird von uns als erste Übersicht mit einer mehr oder minder akzeptablen Genauigkeit und als solide Basis für weitere Arbeiten eingestuft. Im Zuge weiterer Arbeiten in diesem Gebiet werden sich mit Sicherheit Ergänzungen und Verbesserungen im Detail ergeben.

Die geologische Literatur über diesen Raum reicht bis in das vorige Jahrhundert zurück und kann hier nicht vollständig wiedergegeben werden. Grundlegende geologische Arbeiten wie beispielsweise CHHIBBER 1934, PASCOE 1973 oder BENDER et al. 1983 müssen als bekannt vorausgesetzt werden.

## 2. Geographische Übersicht und Lage des Untersuchungsgebietes

Die Sozialistische Republik Birma (Socialist Republic of the Union of Burma) ist mit 677 950 qkm Fläche das größte Land Hinterindiens. Seine Einwohnerzahl schwankt um 35 Millionen.

Birma grenzt im Osten an Thailand, Laos und China, im Norden an China, im Westen an Indien, Bangla-

desh und den Golf von Bengalen und im Süden an die Andaman Sea bzw. den Golf von Martaban (Abb.1).

Birma erstreckt sich zwischen 9° bis 28° Nördlicher Breite und 92° bis 101° Östlicher Länge. Der höchste Punkt des Landes ist der Hkakabo Razi mit 5881 m über dem Meer, der im Norden, nahe am Dreiländereck Birma-China-Indien liegt.

Morphologisch wird Birma von mächtigen, Nord-Süd-laufenden Gebirgsketten durchzogen und in einzelne Tal- und Beckenlandschaften unterteilt. Die Gebirgszüge sind (von West nach Ost):

- die Arakan Yoma und die nördlich daran anschließenden Chin- und Naga Hills, das Westbirmanische Randgebirge,
- die Pegu Yoma und das nördliche liegende Wuntho Massiv und im Osten
- das Shan Plateau, das nach Norden in die Kachin Ranges und den Shannong Taung übergeht (Shan Hochland und Nordbirmanisches Bergland).

Drei große Landschaftseinheiten bestimmen den physisch-geographischen Charakter Birmas: Das Nordbirmanische Bergland, ein stark gegliedertes Gebirgsland mit stellenweise sich weitenden Becken (z.B. das Hukawng Valley); das Shan Hochland, zwischen dem Irrawaddy und dem Salween gelegen, ist eine nach Osten geneigte, gegen Westen durch eine bis zu 1200 m hohe und steil abfallende Bruchstufe begrenzte Scholle (Eastern Highlands) und das Chindwin-Irrawaddy-Becken (Central Lowlands), das im Osten vom Shan Hochland, im Norden vom Nordbirmanischen Bergland und im Westen von den Westbirmanischen Randketten (Indoburman Ranges) umschlossen wird. Im Süden wird es von den Pegu Yoma begrenzt und von jüngeren Vulkanen durchzogen.

Drei große Flüsse entwässern das Land von Norden nach Süden: Der Irrawaddy mit seinen Quellflüssen Mali Hka und Me Hka, die im Nordbirmanischen Bergland entspringen, der Chindwin River (im weiteren Text als Chindwin bezeichnet), dessen Quellflüsse ebenfalls aus dem Nordbirmanischen Bergland kommen und der bei Myingyan in den Irrawaddy mündet und der Salween, der im Osten läuft und bei Moulmein in den Golf von Martaban mündet.

Im Norden münden von Osten bei Homalin der Uyu River und bei Kalewa von Westen der Myittha River. Zwischen dem Irrawaddy und dem Chindwin entwässert der Mu River das Wuntho Massiv nach Süden. Irrawaddy, Chindwin und Mu River scheinen ursprünglich einem einzigen großen Stromsystem angehört zu haben, was sich durch die mehr oder minder gleiche Höhenlage ihrer Flußterrassen über dem heutigen Flußniveau beweisen läßt. Nach dem Zusammenfluß von Irra-

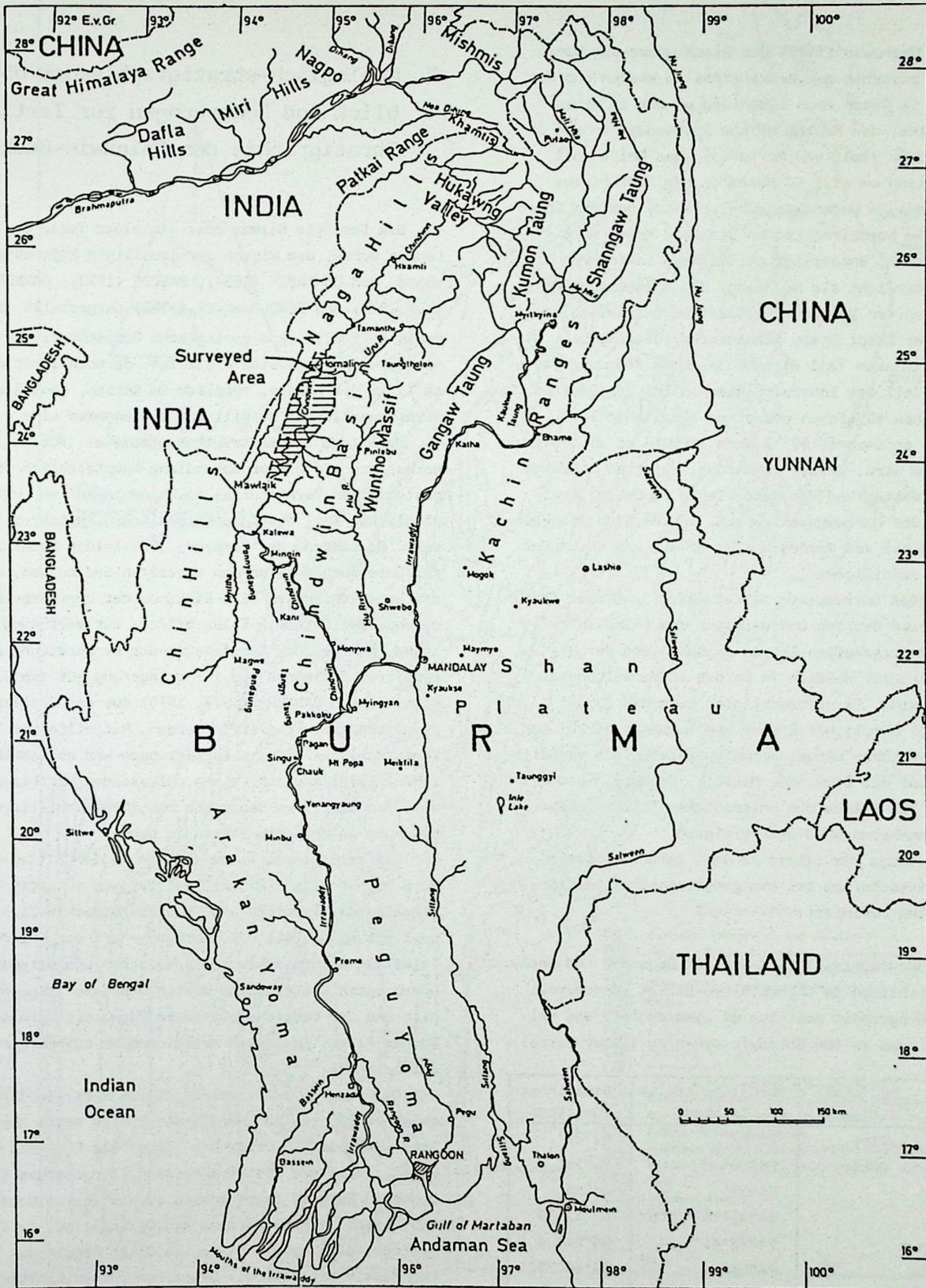


Abb.1 Geographische Übersicht von Birma  
 Fig.1 Geographic map of Burma

waddy und Chindwin fließt der Strom unter dem Namen Irrawaddy zwischen den Arakan Yoma im Westen und den Pegu Yoma im Osten nach Süden und mündet in einem großen Delta, den Mouths of the Irrawaddy, in den Indischen Ozean (Golf von Martaban). Das Delta soll sich jährlich um etwa 60 Meter in das Meer hinaus verschieben. Im Gegensatz zum Irrawaddy und zum Chindwin, die im Nordbirmanischen Bergland heute ihre Quellen haben, entspringt der Salween im Inneren Tibets und erreicht als Nu Jiang, die chinesische Provinz Yunnan von Norden nach Süden durchfließend, erst östlich der Stadt Bhamo birmanisches Staatsgebiet.

Im mittleren Teil Birmas liegt das Chindwin Becken, ein Teil des Innerbirmanischen Tertiär-Beckens, das in einen südlichen und einen nördlichen Teil durch das sogenannte 22° N-Hoch (BENDER et al.1983) unterteilt wird. Weiter im Norden, zwischen den Naga Hills im Westen und dem Kumon Taung im Osten, breitet sich das Hukawng Valley aus, in dem sich die Flüsse Tarung Hka von Norden und Tanai Hka von Süden zum Chindwin vereinigen.

Das 1988 untersuchte Gebiet liegt im Oberen Chindwin Distrikt östlich und westlich des Chindwin zwischen den Ortschaften Tatkon im Süden und der Bezirkshauptstadt Homalin im Norden im Verwaltungsdistrikt Sagaing. Es erstreckt sich zwischen 23°37' und 25°00' Nördlicher Breite und zwischen 94°20' und 95°30' Östlicher Länge. Verwaltungstechnisch verteilt es sich auf die Gemeinden Mawlaik, Paungbyin und Homalin. Die Fläche des untersuchten Talbereiches dürfte annähernd 9000 qkm erreichen.

Für einige der öfters im Text genannten Gegenden und Ortschaften ist die geographische Lage folgendermaßen definiert.

Tab.1 Geographische Lage einiger Gegenden und Ortschaften im Chindwin-Uyu-Gebiet (Oberbirma)

Table 1 Geographic position of some regions and villages in the Chindwin-Uyu-area (Upper Burma)

Gegend - Ortschaft region - village	Nördliche Breite latitude	Östl.Länge longitude
Hukawng Valley	25°57'	96°21'
Uyu River Valley	24°50'	95°10'
Homalin	24°52'	94°55'
Tonhe	24°33' 8''	94°11'16''
Thaungdut	24°25'41''	94°51' 4''
Manawtha	24°25'	94°44'30''
Paungbyin	24°16'15''	94°49' 4''
Nansima	24°11'20''	94°40'22''
Auk Taung	24° 4'37''	94°35'58''
Ta-nga	23°58'15''	94°36'26''
Yuwa	24°53'39''	94°32'38''
Shwelinda	24°51'57''	94°30'38''
Tatkon	23°46'52''	94°28'53''

### 3. Geologisch-stratigraphischer Überblick und Bemerkungen zur Tertiär-Stratigraphie des Chindwin-Beckens

Die Geologie Birmas oder einzelner Teile des Landes wurde, dem Wissen der jeweiligen Zeit entsprechend, von CHHIBBER (1934), PASCOE (1973), BANNERT (u.a.1977) und BENDER et al.(1983) dargestellt. Bis heute läßt sich eine geologische Gesamtübersicht Birmas nur näherungsweise erstellen, da noch immer große Teile des Landes, vorallem im Norden, geologisch nicht ausreichend detailliert aufgenommen sind.

Nach Lage des Untersuchungsgebietes (Abb.1) interessieren in dieser Abhandlung hauptsächlich die geologischen Verhältnisse im Chindwin-Becken, dem nördlichen Teil des Innerbirmanischen Tertiär-Beckens. Da während der Kampagne 1988 leider keine Zeit für Untersuchungen an den tertiären Sedimenten, die das unterschiedlich alte Liegende der quartären Sedimente des Chindwin Tales bilden, zur Verfügung stand, muß bei der Kurzfassung der Beschreibung der tertiären Sedimente und ihrer Lagerung auf die Ergebnisse von BANNERT (1977, 1979) aus der Erdölexploration zurückgegriffen werden. Mit Hilfe der Tiefenaufschlüsse und der Kartierungen war es BANNERT (1977, 1979) möglich, einen umfassenden Überblick über die tertiären Sedimente und ihre komplizierte Lagerung im Chindwin-Becken zu geben.

Die geologische Übersicht von Teilen Mittel- und Nord-Birmas zeigt (Abb.2), daß der von jüngeren Sedimenten des Tertiärs und Quartärs bedeckte Zentralteil mit einem Teil des Irrawaddy- und des Chindwin-Tales von mesozoischen, paläozoischen und metamorph überprägten Gesteinen im Westen und Osten begrenzt wird und daß basische bis saure Magmatite unterschiedlichen Alters im Becken selbst und an seinen Rändern auftreten.

Das hier zu betrachtende Chindwin-Becken liegt zwischen 22° bis 25° Nördlicher Breite sowie zwischen 94° bis 96° Östlicher Länge. Die Chin- und Naga Hills, Teile des Westbirmanischen Randgebirges (Indoburman Ranges) begrenzen es im Westen; im Norden, bei Hkamti, ist die Grenze ein kristallines Zwischengebirge, die Central Rigde, im Osten lagert das Wuntho Massiv mit Intrusiv-Gesteinen und Vulkaniten und im Süden endet das Chindwin-Becken an einem Hügel-land, das aus verfalteten tertiären Sedimenten aufgebaut ist. Südlich dieses Hügellandes liegt der Zentralteil (Central Basin) des Innerbirmanischen Tertiär-Beckens.

Entwässert wird das Chindwin-Becken vom Chind-

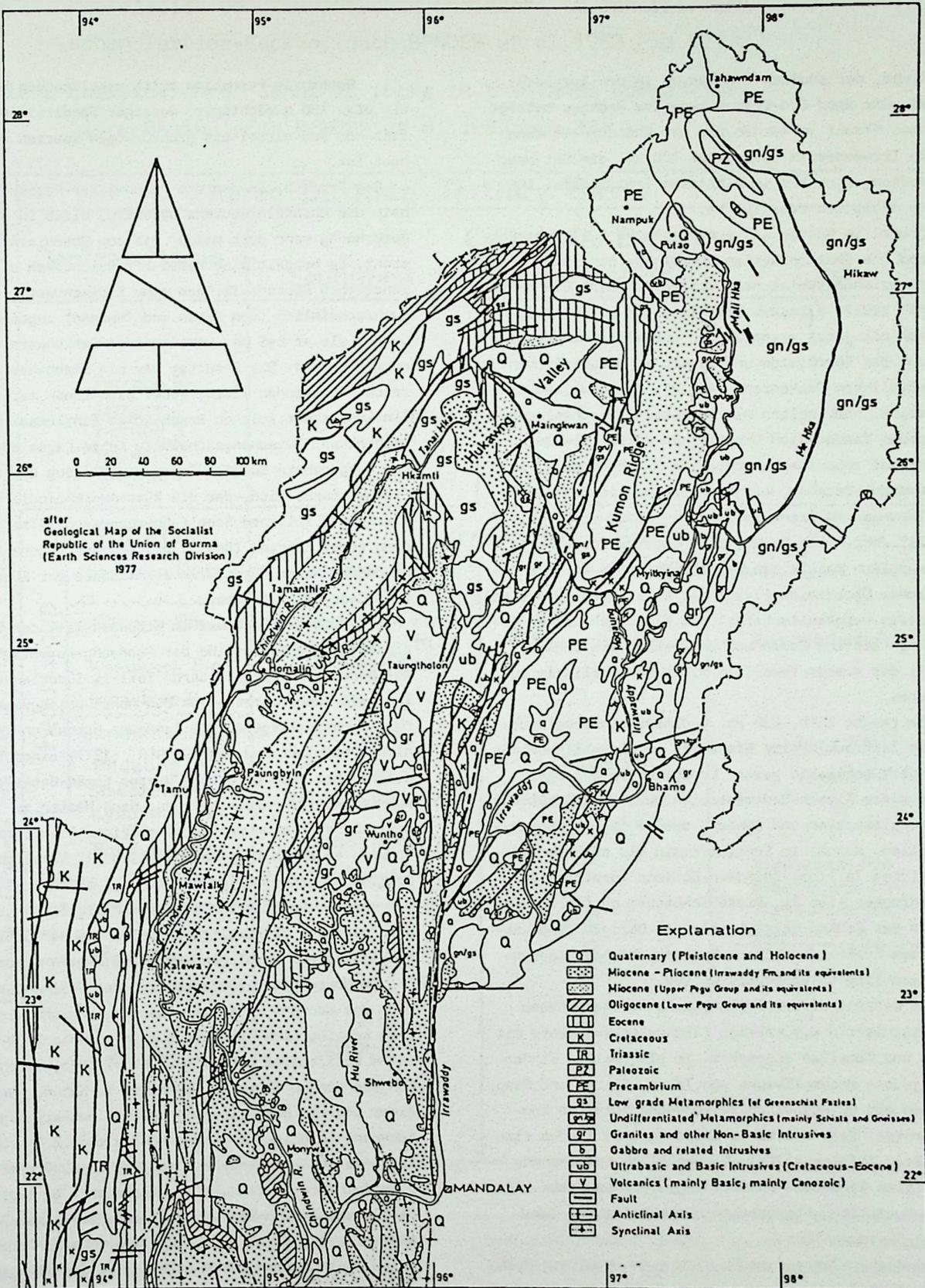


Abb.2 Geologische Übersicht von Teilen Mittel- und Nord-Birmas  
( nach: Earth Sciences Research Division 1977)

Fig.2 Geological map of parts of Middle- and Northern Burma  
(after: Earth Sciences Research Division 1977)

win River, der südlich von Monywa in den Irrawaddy mündet. Die Nord-Süd-Erstreckung des Beckens beträgt zwischen Hkamti im Norden und der Chindwin-Mündung in den Irrawaddy im Süden etwa 470 km, die Ost-West-Erstreckung erreicht im mittleren Teil maximal 100 km, im südlichen etwa 180 km.

Sowohl im Westen als auch im Osten fallen am Beckenrand die Gesteinsserien zum Becken hin, also nach Osten beziehungsweise nach Westen hin ein. Die nach BANNERT (1977) ältesten Gesteine, die im Chindwin-Bereich bis jetzt nachgewiesen werden konnten, stammen aus der Oberkreide und lagern am südwestlichen und nördlichen Beckenrand (Abb.2). Im Südwesten sind es marine Tone, selten mit Sandstein-Zwischenlagen, im Norden fanden sich Orbitolinen-Kalke, die der Oberkreide zugeordnet werden. Im Wuntho-Massiv, am Ostrand des Beckens, ergaben radiometrische Altersbestimmungen an Granodioriten ein Alter von 94 bis 97 Mill. Jahren vor heute, also Unterkreide.

Westlich Kalewa, im Myittha Tal, findet sich pelagischer Oberkreide-Flysch mit Kalklinsen. Diese Kalke treten vergesellschaftet mit Flysch-ähnlichen Sedimenten bis ins Eozän auf und werden von BANNERT (1977) der Arakan-Yoma-Chin-Hills-Geosynklinale zugeordnet.

Es zeigte sich, daß die Sedimentationsbedingungen im Zeitraum Kreide bis Eozän im wesentlichen unverändert geblieben waren. Lediglich im Untereozän wurde diese Flysch-Sedimentation durch die Schüttung von Konglomeraten und Sanden, der heutigen Paunggyi-Formation, sowohl im Central Basin als auch im südwestlichen Teil des Chindwin-Beckens kurzfristig unterbrochen (Tab.2). Diese Schüttung dürfte von Osten in das Becken gelangt sein. Im Übrigen ging während des Eozäns die Flysch-Sedimentation im geosynklinalen Trog unvermindert weiter.

Am Ostrand dieser Senkungszone wurden während des Mitteleozän u.a. kalkige Flachwassersedimente mit Algen und Korallen abgesetzt. Im allgemeinen finden sich jedoch Wechselfolgen von Tonen, Silten und Sandsteinen mit gelegentlich zwischengeschalteten Konglomeraten. Kalk- und Kohle-Zwischenlagen finden sich in dieser Abfolge häufig. Gelegentlich auftretende mächtigere Sandstein-Zwischenlagen der Laungshe- und Tilin-Formation unterbrechen nur kurzfristig die Flysch-Sedimentation.

Am Becken-Ostrand macht sich auch zu dieser Zeit der Einfluß des Wuntho-Massivs durch Konglomerateinschüttungen bemerkbar; diese Konglomerate bestehen ausschließlich aus vulkanischen und intrusiven Gesteinen, wie sie auch heute noch im Wuntho-Massiv antreten. An der Basis der unter- bis mitteleozänen

Nanhinzin-Formation tritt westlich von Pinlebu ein etwa 150 m mächtiger, massiger Sandstein auf, der fast nur aus mittel- bis grobkörnigen Quarzen aufgebaut ist.

Der Bereich, in dem die Flachwasser-Fazies innerhalb des Chindwin-Beckens auftritt, blieb in seiner Ausdehnung mehr oder minder bis zum Obermiozän konstant. Es handelt sich dabei offensichtlich um einen randlichen Beckenteil, dem mehr Sedimentmaterial (wahrscheinlich von Osten und ?Norden) zugeführt wurde, als er bei der vorliegenden Senkungsrate aufnehmen konnte. Das Resultat war ein Flachwasserbereich wechselnder Tiefe, wobei sich Zonen marinen Einflusses mit solchen brackischen Einflusses abwechselten. Zwischengeschaltete Kohle-Lagen deuten auf ausgedehnte Sümpfe. Gegen Westen ging dieser Flachwasserbereich, der die Küstenmorphologischen Abschnitte zwischen Schelf-Übergangszonen (Transition zone), Strand (Beach) bis hin zur Lagune (Lagoon) überdeckt haben dürfte, in die Tiefsee der Arakan-Yoma-Geosynklinale über.

Im Mitteleozän kamen im Nordwest-Teil des Beckens die mächtigen Sandsteine der Pondaung-Formation zur Ablagerung, in deren unteren Teil im Südosten rote Tone mit Konglomeraten aus dem nahen Salingyi-Kristallin wechsellagern. Die Pondaung-Formation ist nicht verfaltet und nach BANNERT (1977) eindeutig definierbar. Die Ostgrenze dieses Eozän-Beckens hat nahe am Wuntho-Massiv gelegen. Nach Westen zu schließt sich eine westwärts geneigte Plattform, der Schelf, an, deren Sedimente südlich 22° nördlicher Breite und gegen das Kabaw Tal sehr schnell mächtiger werden. Reduzierte Sedimentmächtigkeiten finden sich nördlich 22° nördlicher Breite und 94° östlicher Länge, was auf Hochlagen weiter im Westen deutet.

Im Obereozän veränderte sich der Sedimentationsraum des Beckens in seiner Ausdehnung nicht, lediglich scheint sich erstmals das sogenannte 24°N-Hoch (24°N uplift area nach BENDER et al. 1983) durch Hebungstendenzen bemerkbar gemacht zu haben, was zu einer starken Beeinflussung des Sedimentationsgeschehens in dessen Umgebung führte (Abb.2,3). Südlich des 24°N-Hochs werden nun bis zu 2000 m mächtige feinkörnige Sandsteine abgelagert. Im südlichen Teil des Chindwin-Beckens läßt sich für diese Zeit eine rinnenförmige Vertiefung, die heutige Patolon-Mulde, nachweisen (BANNERT 1977:33), die mit größeren Sedimentmächtigkeiten eine höhere Senkungsrate des Untergrundes zur damaligen Zeit anzeigt.

Auch während des Obereozäns scheint über das 22°N-Hoch hinaus nach Norden eine Verbindung innerhalb des Beckens bestanden zu haben, wenn auch im

Tab.2 Korrelation der känozoischen Sedimente im Innerbirmanischen Tertiär-Becken (nach BENDER et al.1983:Fig.32)

Table 2 Correlation of Cenozoic rocks in the Inner-Burman-Tertiary-Basin (after BENDER et al.1983:Fig.32)

Epochs	Inner Burman Tertiary Basin			
	Central Basin	Southwest	Northwest of 24°N	East
Quaternary Pleistocene   Holocene	Terrace 5 Terrace 4 Terrace 3 Terrace 2 Terrace 1			
Tertiary Pliocene   Miocene   Oligocene   Eocene   Paleocene	Irrawaddy Group Batissa Beds Obogon Fm. Kyaukkok Fm. Pyawbwe Fm. Okhmintaung Fm. Padaung Fm. Shwezetaw Fm. Kyaukpon Fm. Yaw Fm. Pondaung Fm. Tabyin -, Tilin-, Laungshe-, Paunggyi - Fm.	Mingin Fm. Shwetamin Fm. Natma Fm. Letkat Fm. Yaw/Nankyila Fm. Pondaung Fm.	Irrawaddy Group Kaungton Formation Thaungdut Fm. Tonhe Fm. Nankyila Fm. Pondaung Fm. Tabyin - Laungshe - Fm.	Nandawbee Fm. Inga Fm. Yeyein Fm. Maingwun Fm. Maunggawk Fm. Nanhinzin Fm. Nantat Fm.
	Pegu Group	Kabaw Group	Kabaw Group	
Cretaceous				

nördlichen Teil eine geringere Sedimentationsrate zu reduzierten Sedimentmächtigkeiten geführt haben dürfte. Das Wuntho-Massiv im Osten blieb auch im Obereozän Abtragungs- und somit Materialliefer-Gebiet für das Chindwin-Becken. Überhaupt scheint am östlichen Rand des Beckens, in der Uferzone, der marine Einfluß unbedeutend gewesen zu sein, wie Süßwasserablagerungen innerhalb der Yaw-Formation es belegen.

Rund um das 22°N-Hoch herrschen marin-brackische Sedimentationsbedingungen, wie es die zwischengeschalteten Kalke und Kohle-Lagen in den Sedimentabfolgen dokumentieren.

Das 24°N-Hoch unterbricht das Gebiet höherer Sedimentationsraten und scheint am Übergang vom Eozän zum Oligozän als Hauptlieferant klastischen Materials, das sich hauptsächlich aus aufgearbeiteten alt-

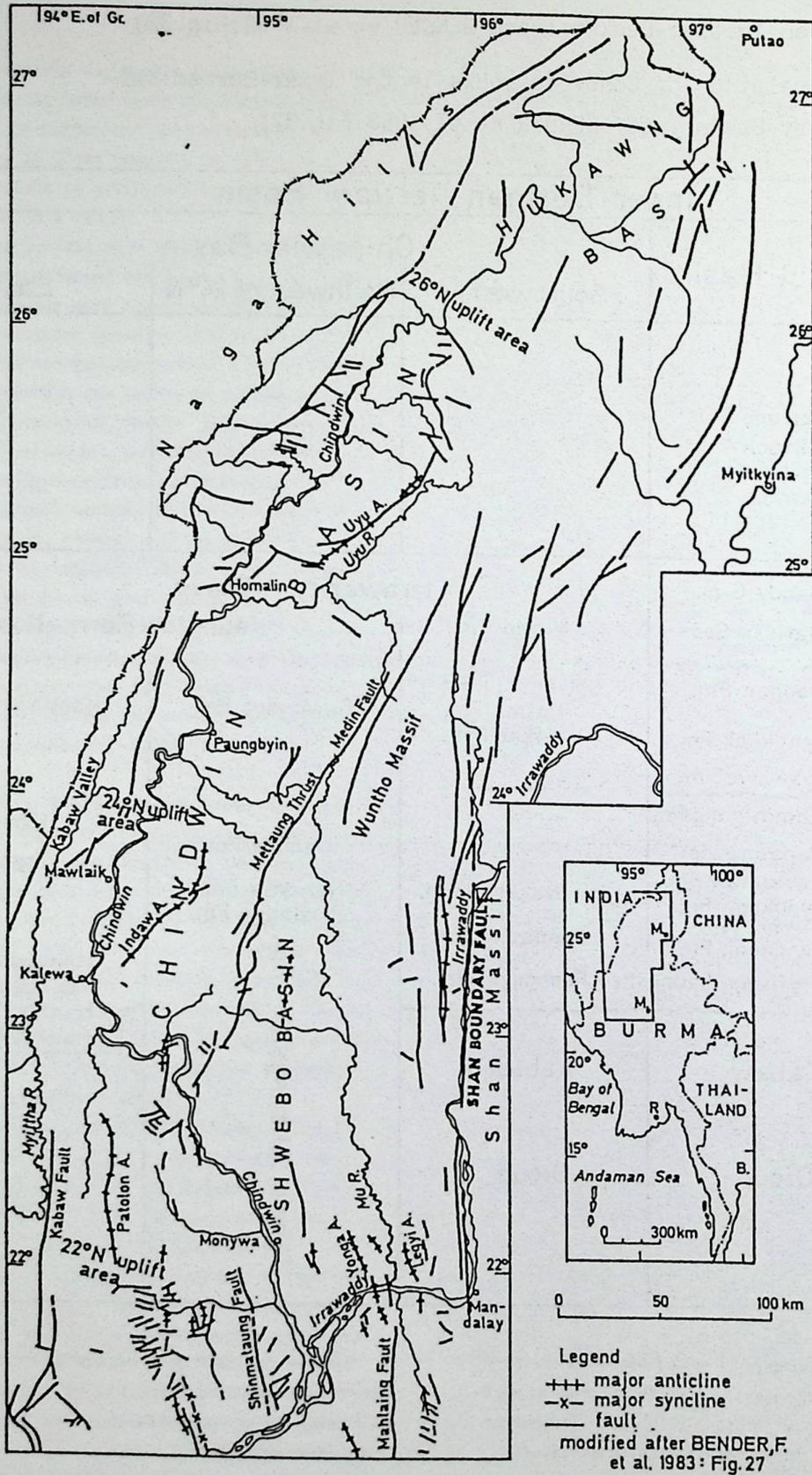


Abb.3 Tektonische Übersicht von Nord-Birma  
 Fig.3 General tectonic map of Northern Burma

tertiären Sedimenten zusammensetzt, der Nankyila-Formation, aufzutreten. Die Schüttung dieses Materials erfolgte vom Hoch nach Süden, Norden und eventuell auch nach Osten. Nördlich des 24°N-Hochs ist die Tonhe-Formation, über der Nankyila-Formation lagernd, bekannt. Sie nimmt nach Norden hin schnell an Mächtigkeit zu. Am Ostrand des Beckens kann nach REIMANN & AYE THAUNG (1981) das obere Drittel der Yeyein-Formation mit der Yaw-Formation parallelisiert werden. Die Yeyein-Formation führt tonige terrestrische Sedimente und endet mit einem Sandstein, in den Gerölle aus dem nahe gelegenen Wuntho-Massiv eingelagert sind.

Zusammenfassend kann also für das Obereozän folgende Fazies- und Gesteins-Ausbildungen im Chindwin-Becken man anführen:

- im Osten die terrestrische Yeyein-Formation,
- im Süden die marine, kalkige bis tonige Yaw-Fazies und
- im Westen die marin-brackische, klastische Nankyila-Formation mit abschnittsweise mächtigen Kohlen.

Während des Oligozäns kam es in der Arakan-Yoma-Geosynklinale zu Faltungen und zur Entstehung einzelner Inseln, die jedoch im Westen noch kein geschlossenes Festland bildeten. Man nimmt an, daß diese Inseln und später das geschlossene Festland Material in das Chindwin-Becken lieferten. Im Zuge der stratigraphischen Untersuchungen der Sedimente des Chindwin-Beckens gelang lange der Nachweis sicheren Oligozäns nicht (BANNERT 1977:35). Einige Hinweise auf oligozäne Sedimente bzw. auf eine Schichtlücke, die im Oligozän liegen dürfte, fanden sich innerhalb der Letkat-Formation mit einer vermuteten Winkeldiskordanz zur Yaw-Formation im Liegenden und einer Mächtigkeitszunahme in deren tieferen Teil. An Hand von Schwermineraluntersuchungen an Gesteinen der Nankyila- und der Letkat-Formation ließ sich nachweisen, daß sich erst im höheren Teil der Letkat-Formation das Schwermineralspektrum abrupt ändert, was auf ein neues Liefergebiet für dieses Sedimentmaterial zurückgeführt wird (BANNERT 1977:36). Der Nachweis des Oligozäns gelang dann in der grobklastischen Tonhe-Formation, die nördlich des 24°N-Hochs über der Nankyila-, jedoch unter der Letkat-Formation lagert und für deren höheren Teil im Süden miozänes Alter nachgewiesen wurde. Die grobklastischen Teile dieser Tonhe-Formation führen Gerölle aus einem quarzitischem Sandstein mit einer charakteristischen braunen Kruste (siehe auch Kap.4.4.1.2.1.), die nach BANNERT oligozänes Alter haben. Nach Ansicht BANNERT's (frdl. mündl. Mitt. an EINFALT, für die gedankt wird), könnten

diese Gerölle aus quarzitischem gebundenem Sandstein, wie sie in der Umgebung Thaugduts in größerer Menge in den Terrassenschottern des Chindwin gefunden wurden, aus der oligozänen Tonhe-Formation stammen.

Generell scheint im südlichen Chindwin-Becken keine Winkeldiskordanz zwischen dem Obereozän und dem Miozän vorzuliegen, auch scheinen weder die Yaw-Formation noch ihre zeitgleichen Äquivalente wie die Nankyila- und die höhere Yeyein-Formation, außer in der Umgebung des 24°N-Hochs, erosiv reduziert zu sein.

Während des Miozäns, nach der Ablagerung der Letkat-Formation, kam es zur Sedimentation feinklastischer und toniger Sedimente mariner Provenienz. Im südwestlichen Beckenteil ist dies die Natma-Formation, am Ostrand dürfte die Nandawbee-Formation ihr Äquivalent sein. Im Westen lag nun ein Gebiet mit einer höheren Sedimentationsrate, das sich bis in das Gebiet der heutigen Indaw-Antiklinale hinein fortsetzte (Abb.3). Das 22°N-Hoch macht sich in dieser Zeit nicht bemerkbar. Dagegen ist das 24°N-Hoch weiter wirksam und scheint fortlaufend in Aufwärtsbewegung gestanden zu haben.

Nördlich des 24°N-Hochs gelangen nun im Hangenden der Tonhe-Formation die Sedimente der Thaugdut-Formation zur Ablagerung. Sie sind etwa zeitgleich mit der Letkat-, Natma- und Shwetamin-Formation, die alle drei nördlich des 24°N-Hochs nicht mehr nachzuweisen sind und die in das Untermiozän einzustufen sind. Die Thaugdut-Formation tritt nördlich des 24°N-Hochs als sandig-kiesige Sedimentabfolge auf und bildet ein flachwelliges Hügelland.

Werden die Natma- und die Nandawbee-Formation noch von feinkörnigen, marin-brackischen Sedimenten repräsentiert, so herrschen in der Shwetamin-Formation bereits terrestrische Sandsteine vor, denen am Ostrand des Beckens die Shauknan- und die Kaungton-Formationen zeitgleich sein dürften.

Der Begriff "Chindwin-Becken" ist bisher immer als vereinfachende Benennung für den Sedimentationsraum verwendet worden, den das heutige Chindwin-Becken einnimmt. Dieser Sedimentationsraum war bis in das Untermiozän hinein mehr oder minder Teil eines Schelfbereichs. Erst seit dem Mittelmiozän beginnt sich das Chindwin-Becken heutiger Prägung auszuformen. Sein Sedimentationszentrum lag, langgestreckt etwa in NNE-SSW-Richtung verlaufend, über dem Gebiet der heutigen Indaw-Antiklinale (Abb.3), wobei nördlich 24°Nördlicher Breite die höchsten Sedimentationsraten zu verzeichnen sind. Das 24°N-Hoch bleibt auch weiterhin ein Gebiet reduzierter Sedimentationsraten. Ab dem Untermiozän scheint, wie im Osten das

Tab.3 Stratigraphische Korrelationstabelle des Bereichs  
Mediterran/Paratethys zu Birma

Table 3 Stratigraphic correlation between Mediterran/Para-  
tethys and Burma  
(after RÖGL & STEININGER 1983, ALBERDI & AGUIRRE  
1979, BENDER et al.1983 and WADIA 1951 in: GANSSER  
1964:52)

Geochronometrische Skala in Millionen Jahren	Epochen	Chronostrati- graphische Stufen - Systeme		Europäische Säugetieralter ALBERDI & AGUIRRE 1979	Burma Chindwin Basin nordwestlich 24° Nord  z.T. verändert nach: BENDER, F. et al. 1983: Fig. 32, 51 WADIA, D.N. (1951) in: GANSSER, A. 1964: 52
		Medi- terran	Zentrale Para- tethys		
		HOLOZÄN			
		PLEISTOZÄN			BOULDER CONGLOMERATE
1,2				1,2	
1,8	N P L I O Z Ä N	PIACENZINIEN	ROMANINIEN	VILLANYIEN oder VILLAFRAN- CHIEN	L A T E G R O U P  " U P P E R I R R A W A D D I A N "
3,4		ZANCLEAN	3,6 DACIEN	RUSCINIEN	
5	A B E R - O B E R -	MESSINIEN	5,8 PONTIEN	TUROLIEN	E A R L Y G R O U P  L O W E R I R R A W A D D I A N
5,4		TORTONIEN	8,7 PANNONIEN	VALLESIEN	
10	M I T T E L -	SERRA- VALLIEN	11,5 SARMATIEN	ASTARACIEN	M I N G I N - G R A V E L S  A N D  L O W E R M A W G R A V E L S  ( K A U N G T O N F m. .)
11,8		LANGHIEN	13,5 BADENIEN	ARAGONIEN	
15	U N T E R -	BURDI- GALIEN	17,5 KARPATIEN	ORLEANIEN	T H A U N G D U T  F O R M A T I O N
16,8		AQUITANIEN	19 EGGENBURG.		
20					

Tab.4 Biostratigraphische Reichweite der Irrawaddy-Gruppe und Korrelation nach Vertebraten (verändert n.BENDER et al. 1983:Fig.51)

Table 4 Biostratigraphic range of Irrawaddy Group and correlation based on vertebrate fauna (modified after BENDER et al. 1983:fig.51)

Irrawaddy Group						Burma	
Early			Late				
						<i>Diceratherium naricum</i> <i>Aceratherium perimense</i> <i>Tetralophodon falconeri</i> <i>Hemimeryx blanfordi</i> <i>Anthracotherium silistrense</i> <i>Dinotherium pentapotamiae</i>	Lower Maw Gravels
						<i>Tetralophodon cf. falconeri</i> <i>Bunolophodon angust. palaeindicus</i> <i>Bunolophodon cf. pandionis</i> <i>Listriodon pentapotamiae</i>	Mingin Gravels
						<i>Dorcatherium birmanicum</i> <i>Hipparion antelopinum</i> <i>Mercypotamus dissimilis</i> <i>Aceratherium lydekkeri</i> <i>Tetraconodon minor</i> <i>Hydaspiatherium birmanicum</i> <i>Vishnutherium iravadicum</i> <i>Pachypotax latidens</i> <i>Proleptobos birmanicum</i>	Lower Irrawaddian Yenangyaung
						<i>Stegolophodon latidens</i> <i>Stegodon elaphantoides</i> <i>Stegodon insignis birmanicus</i> <i>Elephas hysudricus</i> <i>Rhinoceros sivalensis</i> <i>Hipparion cf. antelopinum</i> <i>Equus yunnanensis</i> <i>Potamochoerus sp.</i> <i>Hexaprotodon iravalicus</i> <i>Hexaprotodon cf. sivalensis</i> <i>Mercypotamus dissimilis</i> <i>Cervus sp.</i> <i>Hemibos triquetricornis</i> <i>Proleptobos birmanicus</i> <i>Bibos cf. sondaicus</i>	"Upper Irrawaddian"
Kamlial	Chinji	Nagri	Dhok Pathan	Tatrot	Pinjor	Boulder Conglomerate	India
Siwalik Group							
Early		Middle		Late			
Miocene				Pliocene		Pleistocene	
Middle		Late				Occurrence	
Lan-glian	Serra-vallian	Tor-tonian	Pontian Messinian	Villafranchian		--- in Burma ——— in the Siwalik Group	

Wuntho-Massiv, im Westen eine durchgehende Beckenbegrenzung, das Westbirmanische Randgebirge (Indoburman Ranges), bereits bestanden zu haben.

In der Gegend von Mingin, im südlichen Beckenabschnitt, werden nun die Mingin-Konglomerate über der Shwetamin-Formation abgelagert, während im nördlichen

und östlichen Beckenteil die Kaungton-Formation sedimentiert wird.

Über der untermiozänen Shwetamin- beziehungsweise zeitgleichen Thaungdut-Formation wurden ab dem Mittelmiozän die Sedimente der fluviatilen Irrawaddy-Gruppe in das Becken geschüttet. Zu dieser Irrawaddy-

Gruppe stellen wir, neben den Mingin-Konglomeraten und der dazu zeitgleichen Kaungton-Formation in ihrem tieferen Teil, die Untere- und Obere Irrawaddian-Formation (Lower and Upper Irrawaddian Formation) (Tab.3). Nach neueren Untersuchungsergebnissen im weiter westlich liegenden Teil der Tethys bzw. Paratethys, wobei sich chronostratigraphische Vergleichsmöglichkeiten an Hand der Vertebraten-Faunen ergeben, stufen wir die Irrawaddy-Gruppe in den Zeitraum Mittelmiozän bis Top Pliozän ein (Tab.3,4). Es ergeben sich gute Parallelisierungsmöglichkeiten mit den am Südrand des Himalaya in Indien sehr gut bekannten und untersuchten Sedimenten der Siwalik-Gruppe (Tab.4).

Die Einmündung des Chindwin-Beckens heutiger Ausprägung dürfte während der Ablagerung der Sedimente der Shwetamin-Formation begonnen haben, nach unserer Interpretation also bereits im oberen Teil des Unter-miozän, und dürfte bis in das Pliozän hinein angedauert haben. Genauere zeitliche Eingrenzungen dieses Einmündungsprozesses lassen sich auf Grund fehlender Detailaufnahmen und faunistischer Untersuchungen, die zur Klärung sedimentologischer und stratigraphischer Fragen beitragen würden, nicht machen. Das Ende der Einmündungs- resp. Absenk-Bewegungen liegt wahrscheinlich im tieferen Pliozän (siehe dazu auch Kap.5.).

## 4. Quartärgeologische Untersuchungen zwischen Tatkon und Homalin am Chindwin River

### 4.1. Vorbemerkung

Nachdem in mehreren Kampagnen seit 1982 Detailuntersuchungen an den edelmetallhöffigen Schotterkörpern im Uyu-Gebiet und an einzelnen Punkten des Chindwin Tales südlich von Homalin erfolgt waren (HAGEN 1982; HAGEN et al. 1985; HAGEN & AUNG CHO 1987), wobei hauptsächlich Geröll- und Schwermineral-petrographisch sowie lagerstättenkundlich gearbeitet wurde, sollte in der Kampagne 1988 eine Durchmusterung der quartärgeologischen Zusammenhänge erfolgen.

#### 4.1.1. Fragestellung und Zielsetzung

Die Fragestellungen und Zielsetzungen gliederten sich in zwei Hauptpunkte:

- Quartärgeologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Tatkon im Süden und Homalin im Norden am Chindwin, wobei vor allem geklärt werden sollte, wieviele Terrassen mit edelmetallhöffigen Schottern überhaupt in unterschiedlichen Höhenniveaus vorliegen. Im Zuge dieser Untersuchungen sollten die exakten Höhen der Terrassen, soweit möglich, ermittelt werden und über einen größeren Flußabschnitt ihr Verlauf nachgewiesen werden.

- Für die Flußterrassen sollte ein genetisches Modell ihrer Herkunft und Entstehung erarbeitet sowie ihre Verbreitung im Tal nachgewiesen werden. Mit Hilfe der aus den Luftbildern ermittelten Grenze zwischen den flächig verbreiteten Terrassensedimenten mit den edelmetallhöffigen Schottern und dem anstehenden Tertiär sollte die Terrassenverbreitung in einem möglichst differenzierten Bild dargestellt werden, gegebenenfalls unter Abgrenzung von höffigen gegenüber sterilen Talbereichen, um dadurch potentielle Höffigkeitsgebiete entlang des Chindwin und des Unterlaufs seiner Nebenflüsse einzugrenzen.

#### 4.1.2. Arbeitsmethodik und Durchführung

Die im Gelände durchgeführten Arbeiten konzentrierten sich auf zwei Schwerpunkte:

- die prinzipielle Terrassengliederung und die quartärgeologischen Verhältnisse in einem begrenzten Gebiet durch eine Kartierung und Vermessung so detailliert wie möglich aufzunehmen und
- die regionale Verbreitung der Terrassen entlang des Chindwin zu verfolgen.

Um diesen Vorgaben gerecht werden zu können wurden zwischen Tatkon im Süden und Homalin im Norden, auf eine Flußstrecke von 214 km verteilt (Luftlinie

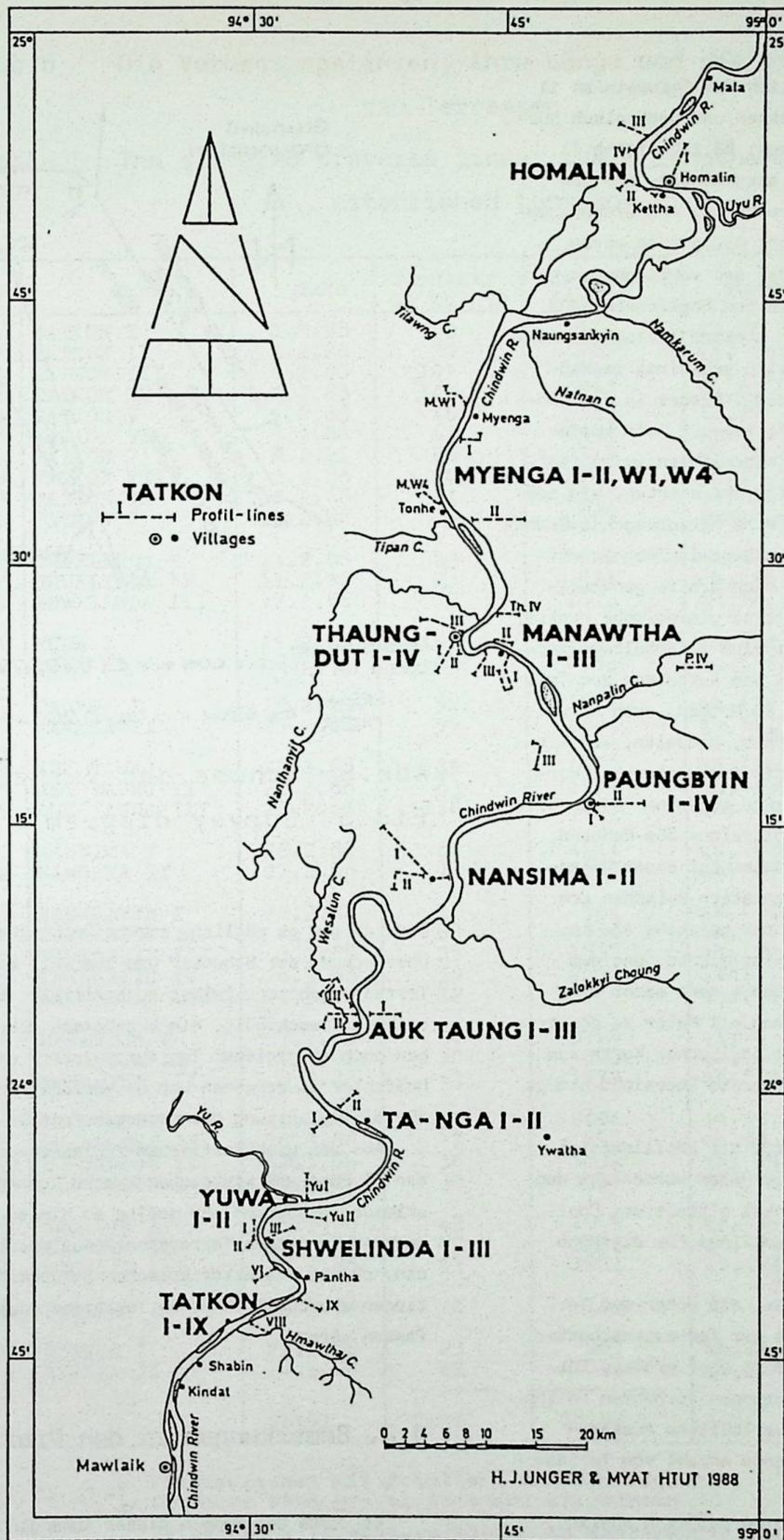


Abb.4 Die gemessenen Profil-Linien zwischen Tatkon und Homalin

Fig.4 The surveyed traverse lines between Tatkon and Homalin

ca.135 km), westlich und östlich des Chindwin an 11 Haltepunkten 40 Profile vermessen und geologisch aufgenommen (gemessene Gesamtlänge: 88 122 m)(Abb.4).

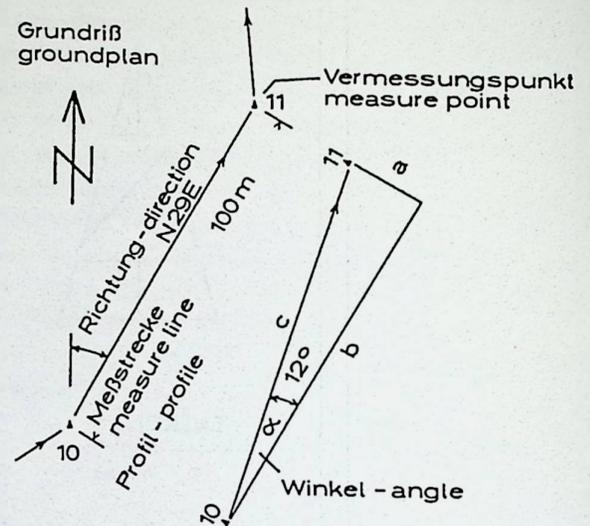
Ursprünglich wurde davon ausgegangen, daß das zur Verfügung stehende Kartenmaterial ausreichend genau sein würde, so daß es nicht nötig sein würde, Vermessungen durchzuführen. Bei den vorliegenden Karten handelt es sich um die von den Engländern 1933 in erster Auflage und 1943 in zweiter Auflage herausgegebenen topographischen Karten von Birma im Maßstab 1 Inch = 1 Meile (1:63 360). Dieses in den Jahren 1931 bis 1932 erstellte Kartenwerk, ein kartographisches Meisterwerk, mit Höhenlinien im 50 feet-Abstand, bietet für großräumige Übersichten, wie später noch zu sehen sein wird, eine hervorragende Grundlage, für die hier geforderten Detailaufnahmen entlang des Chindwin stellte es sich als zu generalisiert heraus. Deshalb mußte jedes geologische Profil, um die exakten Höhen über dem Fluß zu erhalten, vermessen werden. Da es sich bei den Aufnahmen zum Teil um Höhendifferenzen von 10 - 20 Metern, noch dazu leicht ansteigend und gestaffelt, handelte, war mit der generalisierten Topographie der englischen Karten kein brauchbares Ergebnis zu erzielen.

Die Vermessung erfolgte mit einem 50m-Maßband, Kompaß und Klinometer. Es konnten bei einer Höhendifferenz von bis zu 200 Höhenmetern zwischen dem "dry season level Chindwin", der meistens als Ausgangspunkt der Vermessungslinien diente, und dem höchsten Punkt mit dieser Methode nach einer Einübungszeit Meßgenauigkeiten von  $\pm 1$  Meter zu den trigonometrischen Höhenkoten der englischen Karte von 1943 erzielt werden. Für eine erste Übersicht genügt diese Genauigkeit.

Die horizontalen Längen für die Profildarstellung und für die Karte und die Höhen wurden aus den gemessenen Längen und dem Winkel mittels des Cosinus für die Basislänge und dem Sinus für die Höhe errechnet (Abb.5).

Ziel der Vermessung war es, die Höhen der Terrassenoberkanten und des Tops der Terrassenschotter über dem Fluß zu erhalten, um so über größere Entfernungen hinweg Parallelisierungen vornehmen zu können. Nur so war es möglich, verlässliche Aussagen über die tatsächlich vorliegende Anzahl von Terrassen am Chindwin zu machen.

Die jeweilige Profillinie wurde, wenn möglich, über ein im Abbau stehendes Goldfeld gelegt, um einerseits die bekannten Goldfelder Terrassen zuzuordnen, andererseits um durch die in den Goldfeldern erschlossenen Terrassensedimente Hinweise auf den petrographischen Aufbau der Terrassen zu erhalten.



Basislänge  
base length  $b = \cos \alpha \times c$  ( $b = 0,978 \times 100 = 97,8 \text{ m}$ )  
Höhe  
height  $a = \sin \alpha \times c$  ( $a = 0,208 \times 100 = 20,8 \text{ m}$ )

Abb.5 Schema der Vermessung  
Fig.5 Survey diagram

Dadurch war es möglich, exakte Mächtigkeiten für die Überdeckung der Schotter und zum Teil auch für die Terrassenschotter selbst zu ermitteln. Es erwies sich als zweckmäßig, die Ergebnisse der Vermessungen noch am gleichen Tag auszuwerten, um etwaige Meßfehler zu erkennen und um verlässliche Richtwerte für die Auswertung des nächsten Profils zu bekommen.

Aus den grobklastischen Terrassensedimenten wurden 35 Sand- und Kiesproben zwecks Schwermineralbestimmung entnommen. Es sollte an diesen Proben aus unterschiedlichen Terrassenniveaus untersucht werden, ob mit charakteristischen Schwermineralassoziationen eventuell einzelne Terrassen analytisch zu fassen wären.

#### 4.2. Bemerkungen zu den Profillinien

Es würde den Rahmen dieser Abhandlung sprengen, wollte man für jede der 40 gemessenen Linien eine eigene kommentierende Besprechung an Hand der Geländeaufzeichnungen vorzunehmen. Einige allgemeine Anmerkungen zu den vorzulegenden Grundrissen und Profilen sollen die Lesbarkeit der Pläne erleichtern

Tab.5 Die Vermessungslinien, ihre Länge und die ermittelten Terrassen

Table 5 The surveyed traverse lines, their lengths and the established terraces

No.	line	date	Quantity of points	length of line (m)	terraces
1	TATKON I	1.2.88	99	4110	qh, T4, T3, T2, T1
2	TATKON II	1.2.88	10	263	qh, T4
3	TATKON III	2.2.88	107	4242	qh, T4, T3, T2
4	TATKON IV	4.2.88	149	5676	T4, T3
5	TATKON V	5.2.88	46	2223	T2, T1
6	TATKON VI	5.2.88	63	1992	qh, T4, T3, T2, T1, T0
7	TATKON VII	8.2.88	60	3618	qh, T4, T3, T2
8	TATKON VIII	9.2.88	40	1521	qh, T4, T3, T2, (T1)
9	TATKON IX	10.2.88	44	1346	qh, T3, T2, T1
10	TATKON X	10.2.88	16	655	Banka points, T4
11	SHWELINDA I	11.2.88	23	607	qh, (T4)-(T1)
12	SHWELINDA II	11.2.88	23	511	qh, (T4), (T1), (T0)
13	SHWELINDA III	12.2.88	45	1673	qh, T4, (T3), T2
14	YUWA I	15.2.88	57	2108	qh, (T3), T1, (T0)
15	YUWA II	16.2.88	61	1933	qh, (T4), (T2)-(T0)
16	TA-NGA I	19.2.88	52	1576	qh, (T4), (T3), (T2)
17	TA-NGA II	20.2.88	55	2064	qh, T4, T3
18	AUK TAUNG I	22.2.88	36	1902	qh, (T4), (T2)
19	AUK TAUNG II	22.2.88	63	2977	qh, (T4) - (T0)
20	AUK TAUNG III	23.2.88	118	5063	qh, (T4), T3, T2
21	NANSIMA I	26.2.88	89	4914	qh, (T4), T3, T2
22	NANSIMA II	27.2.88	71	3807	qh, T4, T2
23	PAUNGBYIN I	1.3.88	11	764	qh, (T3)
24	PAUNGBYIN II	2.3.88	63	4884	qh, T4, T3, T2
25	PAUNGBYIN III	3.3.88	25	1837	qh, T4, T3
26	PAUNGBYIN IV	4.3.88	59	2391	(T4), (T3), (T2)
27	PAUNGBYIN I(VH)	4.3.88	12	756	qh, (T3)
28	MANAWTHA I	7.3.88	90	3720	qh, T4, T3
29	MANAWTHA II	7.3.88	18	573	qh, T4, T3, T2
30	MANAWTHA III	8.3.88	43	1572	qh, (T4), T3, T2, (T1) (T0)
31	THAUNGDU I	10.3.88	45	2404	qh, T3, T2, T1
32	THAUNGDU II	10.3.88	7	292	qh, T3
33	THAUNGDU III	11.3.88	36	1831	qh, T4
34	THAUNGDU IV	12.3.88	30	1017	(T4)-(T0)
35	HOMALIN I	16.3.88	42	2965	qh, T4, T3
36	HOMALIN II	17.3.88	89	3533	qh, T4, T3, (T2)
37	HOMALIN III	19.3.88	52	1921	qh, (T4), (T3), T2, T1, T0
38	HOMALIN IV	19.3.88	6	140	T3
39	MYENGA I	23.3.88	23	907	qh, T4, T3
40	MYENGA II	24.3.88	52	1834	qh, (T4), (T3)
		Total	2030	88122	

qh, T4-T0 [ Flußterrassen mit Schottern und Überdeckung  
terraces with gravel beds and overburden

(T4)-(T0) [ Zeitgleiche Verebnungsflächen im anstehenden Tertiär mit  
Schotter-Resten, versteinertem Holz und Resten von over-  
burden  
Time equivalent peneplanes in the outcropping Tertiary  
with remainders of gravels, silicified wood and over-  
burden

Tab.6 Geographische Lage des Ansatzpunktes (Pkt.0) der jeweiligen Meßlinie und seine Höhe über dem Meer

Table 6 Geographic position of the starting point 0 of each traverse line and its altitude above sea level

Profillinie traverse line	Nördliche Breite latitude	Östliche Länge longitude	Punkt 0 in + m NN** point 0 in + m NN
TATKON I,II,IV,VII	23°46'52''	94°28'53''	107
TATKON III	23°46'58''	94°29'	89,2
TATKON V	23°48'33''	94°30'16''	164,2
TATKON VI*	23°50'	94°31'28''	96
TATKON VIII*	23°46'41''	94°29'23''	88
TATKON IX	23°48'	94°32'33''	91
SHWELINDA I*	24°51'56''	94°30'18''	96
SHWELINDA II*	24°51'54''	94°30'20''	96
SHWELINDA III*	24°51'56''	94°30'33''	96
YUWA I*	24°53'30''	94°32'49''	98
YUWA II*	24°53'20''	94°32'59''	98
TA-NGA I*	23°58'22''	94°35' 5''	103,5
TA-NGA II*	23°58'40''	94°35'23''	103,5
AUK TAUNG I*	24° 4'27''	94°36'20''	105
AUK TAUNG II*	24° 4'30''	94°36' 8''	105
AUK TAUNG III*	24° 4'39''	94°36' 5''	105,2
NANSIMA I*	24°11'12''	94°41'37''	107
NANSIMA II	24°11'20''	94°40'22''	135,1
PAUNGBYIN I	24°16'16''	94°49' 2''	143,2
PAUNGBYIN II*	24°16'22''	94°49' 5''	108,2
PAUNGBYIN III	24°18'22''	94°46'35''	122,5
PAUNGBYIN IV	24°24' 4''	94°55' 8''	142,6
MANAWTHA I*	24°25'	94°44'50''	112
MANAWTHA II*	24°25'24''	94°43' 6''	112,4
MANAWTHA III*	24°25'	94°43'20''	114
THAUNGDU I,II*	24°25'22''	94°42'39''	116
THAUNGDU III*	24°25'43''	94°42'40''	116,1
THAUNGDU IV*	24°26'34''	94°43'14''	117
MYENGA I*	24°38'16''	94°12' 9''	118,9
MYENGA II*	24°33' 5''	94°11'13''	117,5
MYENGA W 1*	24°39' 8''	94°12' 9''	118,9
MYENGA W 4*	24°33'23''	94°11'16''	117
HOMALIN I*	24°51'50''	94°54'11''	124,4
HOMALIN II*	24°51'30''	94°54'10''	124,4
HOMALIN III*	24°54'38''	94°52'13''	125,3
HOMALIN IV*	24°52'27''	94°52' 9''	125

\* Beginn der Meßlinie am Chindwin River (dry season level)

Beginning of traverse line at the Chindwin River (dry season level)

\*\* Höhe über mittlerem Meeresspiegel (NN) der Andaman Sea bzw. des Golf von Bengalen

Altitude + m above sealevel Andaman Sea or Gulf of Bengal

und einige interessante Details aufzeigen.

Die Lage der einzelnen Profile am Chindwin ist in der Abbildung Nr.4, die Auflistung der wichtigsten Daten zu den Profilen der Tabelle 5 zu entnehmen.

Die Meßlinien werden generell mit Großbuchstaben und römischen Ziffern bezeichnet (TATKON III, HOMALIN II). Die Punkte, an denen jede Meßlinie beginnt, meistens am Chindwin, sind tabellarisch zusammengestellt und in ihrer geographischen Lage definiert (Tab.6). Sie wurden nach den Hauptorten des jeweiligen Flußabschnitts benannt, der Ortsname steht stellvertretend für die nähere und weitere Umgebung. Der Beginn einer Meßlinie bzw. die Höhe des Punktes Null, so letzterer am Chindwin liegt, bezieht sich auf den Wasserstand in der Trockenzeit ("dry season level Chindwin").

Abschnittsweise werden in der vorliegenden Abhandlung die Geländehöhen mit + m NN ausgewiesen. Die Bezeichnung NN (= Normal Null) bezieht sich im europäischen Raum auf den mittleren Pegel Amsterdam (bzw. in Bayern in älteren Karten auf den Pegel Triest). Die hier benützte Bezeichnung + m NN ist generell als gleichbedeutend mit: "Meter über dem Meeresspiegel (m above sea level)", in unserem Falle über der Andaman Sea bzw. dem Golf von Bengalen zu verstehen.

In den Abbildungen mit den Profilen werden unterhalb der Profile in einer Leiste neben der jeweiligen Terrassenzuordnung (also T4 oder T3 usw.) die Höhen für die Oberkante der Terrasse und für die Schotter, soweit letztere faßbar war, angeführt. Diese Darstellung trägt zur besseren Übersichtlichkeit bei. In dieser Leiste bedeutet die Bezeichnung T4 das Vorliegen einer Akkumulationsterrasse mit Schottern und Überdeckung (Overburden) während das gleiche Symbol in Klammern gesetzt, z.B. (T4), anzeigt, daß es sich um eine zur T4-Terrasse zeitgleiche Verebnungsfläche, also eine Erosionsterrasse handelt. Auf dieser Verebnungsfläche im anstehenden Tertiär können Schotterreste, versteinertes Holz und Reste von Überdeckungssedimenten lagern, was wiederum mit eigenen Symbolen oberhalb der Profile ausgewiesen wird (Abb.6).

Die im Liegenden der Terrassen lagernden Sedimente des Tertiärs werden, da sie nicht näher untersucht oder eingestuft werden konnten, in den Abbildungen und Karten generell mit dem Symbol "mio" (für Miozän im allgemeinen) ausgewiesen.

Weitere Angaben zu den einzelnen Profilen sind den Auflistungen zu entnehmen (Tab.5,6). Diese Tabellen werden im Folgenden nicht mehr ausdrücklich zitiert. Zum Verständnis des Folgenden sei vorausgrei-

fend erwähnt, daß sich im Zuge der Untersuchungen (vom jüngsten zum ältesten) eine holozäne Terrasse (qh) und 5 pleistozäne Terrassen (T4-T0) entlang des Chindwin nachweisen ließen.

#### 4.2.1. Tatkon (Abb.7,8,9,10,11)

Es war ein glücklicher Zufall, daß Tatkon als Ausgangspunkt für die Untersuchungen ausgewählt worden war. Erstens liegen in der näheren Umgebung Tatkons 10 im Abbau stehende Goldfelder, zweitens konnten bereits mit der ersten Profilaufnahme (TATKON I), die vermessen wurde, die qh-Terrasse und die pleistozänen Terrassen T4 bis T1 nachgewiesen werden. Auch die Zuordnung der im Abbau stehenden Goldfelder zu den Terrassen T4, T3 und T1 bot ideale Voraussetzungen für die weitere Arbeit entlang des Chindwin.

Es wurde versucht, mit den Profillinien und ihrer Interpretation ein möglichst geschlossenes Bild des Tatkon-Bereiches zu erarbeiten. Einerseits war dies als Pilot-Projekt für spätere Arbeiten in begrenzten Gebieten gedacht, andererseits sollten damit für die Auswertung der Luftbilder optimale Voraussetzungen geschaffen werden. Wie die Übertragung und Umsetzung der Ergebnisse aus diesen Aufnahmen auf die Luftbildauswertung zeigt, erwies sich diese Vorgabe als erfüllbar (Abb.11; Auswertung durch U MYAT HTUT).

Außerdem gelang mit der Profillinie TATKON VI in diesem Bereich der Nachweis der höchsten bzw. bis jetzt ältesten Flußterrasse T0, die mit fast 10 Metern aufgeschlossener Schottermächtigkeit einen Eindruck von der ursprünglichen Größe und Mächtigkeit dieser Terrasse vermittelte (Abb.9).

Am Ostufer des Chindwin konnten mit der Linie TATKON VIII die Terrassen T4 bis T2 als schotterführend, T1 als Erosionsterrasse nachgewiesen werden. Die Linie TATKON IX erschloß nur Erosionsterrassen im anstehenden Tertiär (Abb.10).

#### 4.2.2. Shwelinda (Abb.12,13)

Die beiden Linien SHWELINDA I und II wurden am steil aufragenden Westufer des Chindwin angesetzt und erbrachten beide den Nachweis von Erosionsterrassen bzw. Verebnungsflächen im anstehenden Tertiär (T4-T0). Beispielhaft sind am Westufer des Chindwin bei Shwelinda die Tertiärschichten als hoch aufragende Rippen mit Ost-Einfallen zu beobachten (Tafel 1, Fig.1).

# Legende - Explanation

Y r a H o l o c e n e		Jüngstes Alluvium (jüngste Sedimente; Talfüllung) Alluvium (Youngest sediments; valley filling)	
		Holozäne Sedimente (Terrasse) des Chindwin River Holocene sediments (terrace) of the Chindwin River <i>qh</i>	
		Eventuell zu unterteilen in: Perhaps divisible in:	
	<i>qhj</i>	Jüngstes Holozän (während der Regenzeit überflutet) Youngest Holocene (still overflowed in the rainy season)	
	<i>qhä</i>	Älteres Holozän (in der Regenzeit gelegentlich überflutet) Older Holocene (occasional overflowed in the rainy season)	
		Holozäne Sedimente (Terrasse) der Nebenflüsse Holocene sediments (terrace) of the tributaries ( <i>qh</i> )	
n e r P l e i s t o c e n e		Terrasse T4, jüngste pleistozäne Terrasse terrace T4, youngest pleistocene terrace	
	(T4)	Verebnungsfläche zeitgleich der Terrasse T4 Peneplane perhaps time-equivalent terrace T4	
		Terrasse T3 terrace T3	
	(T3)	Verebnungsfläche zeitgleich der Terrasse T3 Peneplane perhaps time-equivalent terrace T3	
		Terrasse T2 terrace T2	
	(T2)	Verebnungsfläche zeitgleich der Terrasse T2 Peneplane perhaps time-equivalent terrace T2	
		Terrasse T1 terrace T1	
	(T1)	Verebnungsfläche zeitgleich der Terrasse T1 Peneplane perhaps time-equivalent terrace T1	
		Terrasse T0 terrace T0	
	(T0)	Verebnungsfläche zeitgleich der Terrasse T0 Peneplane perhaps time-equivalent terrace T0	
U a t o P l e i s t o c e n e		Überdeckung overburden	
		Kies-Schotter-Lage gravel bed	
Q T e r t i ä r		Tertiär im allgemeinen Tertiary sediments in general	
	Reste von Terrassenschottern auf den Verebnungsflächen rests of terrace gravels at the peneplanes		
H	Versteinertes Holz Silicified wood		
Fe=O	Eisenkrusten, Eisenkonkretionen iron crusts, iron concretions		
S	Eisenschlacke iron slag		
	Flora flora		Fauna fauna
*	Steinzeitliche Artefakte (paläolithisch?) stone age implements (paleolithic?)		
	Abschlammungen sediments of elutriation		
	Vermessungslinie und Vermessungspunkte measure line with points		
	Profilknick break in section		
	Gewürzmühle? (steinzeitliches Artefakt) Spice-mill? (stone age implements)		

Abb. 6 Legende zu den Grundrissen und Profillinien

Fig. 6 Explanation referring to the ground planes and profiles

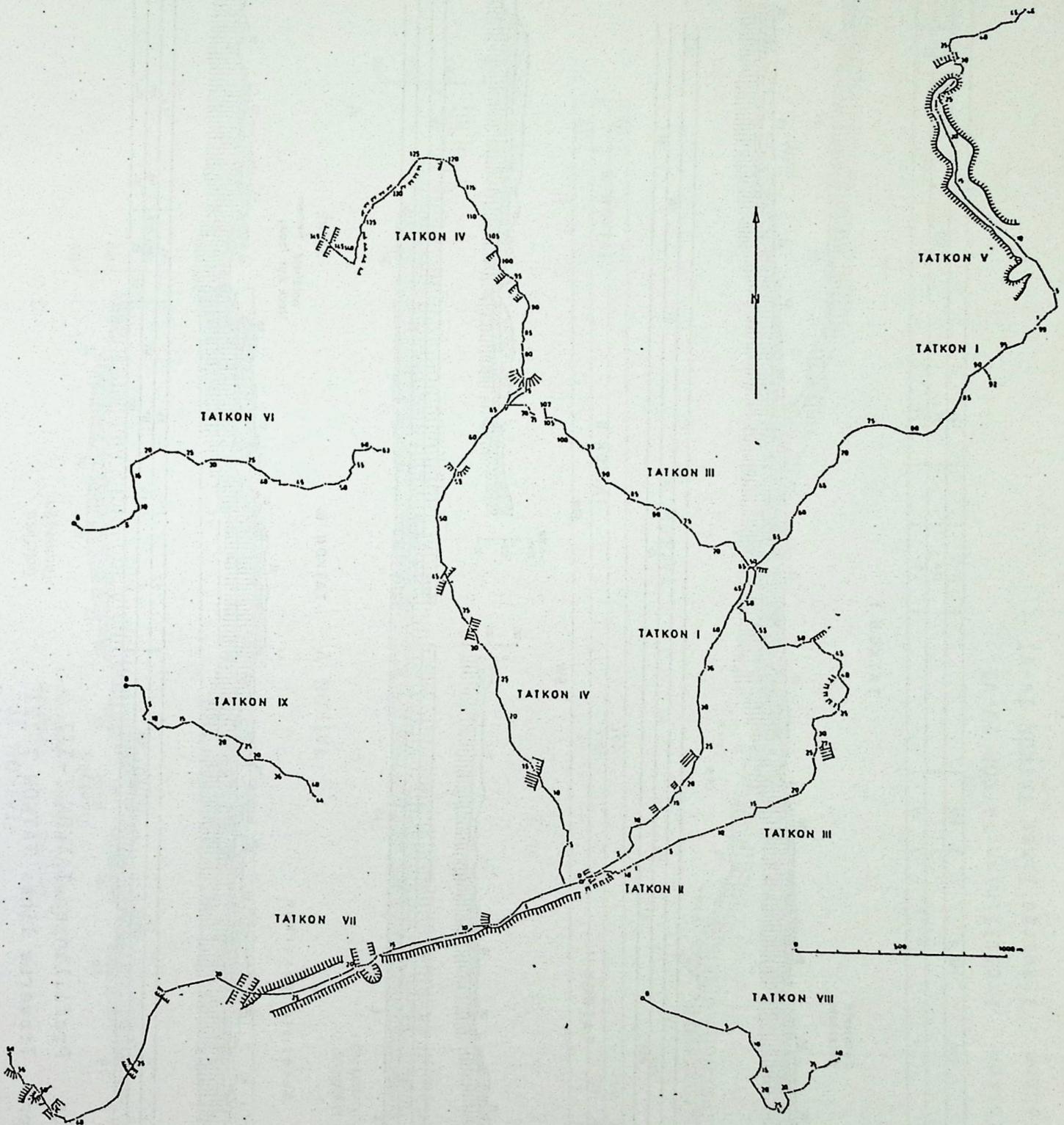


Abb. 7 Tatkon Grundriß der Meßlinien TATKON I-IX  
 Fig. 7 Tatkon Ground plan of the traverse lines TATKON I-IX

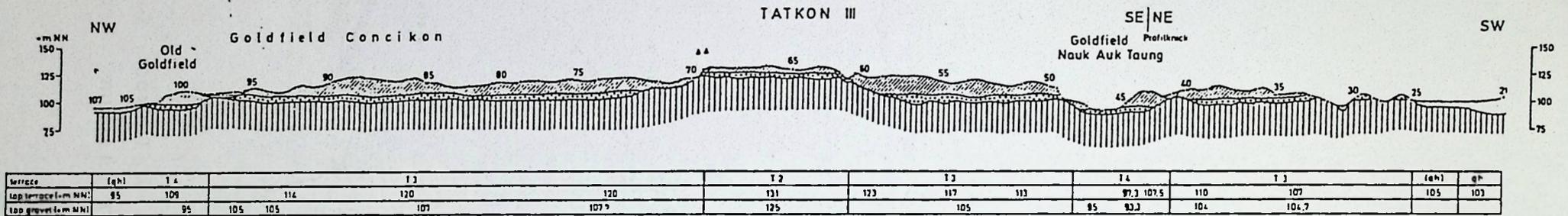
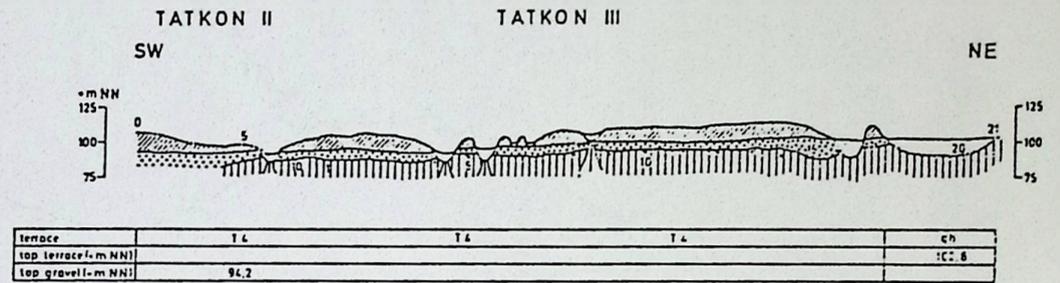
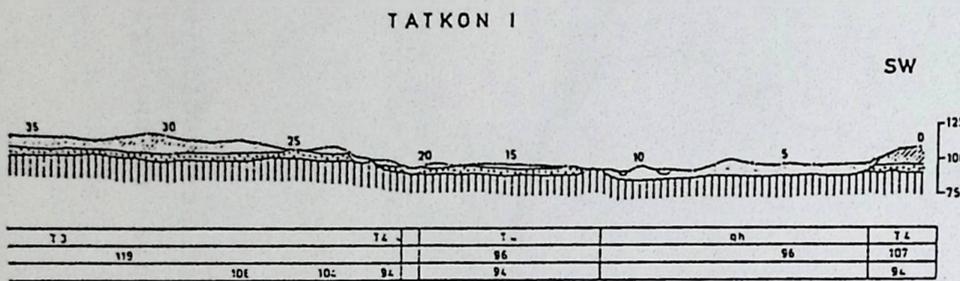
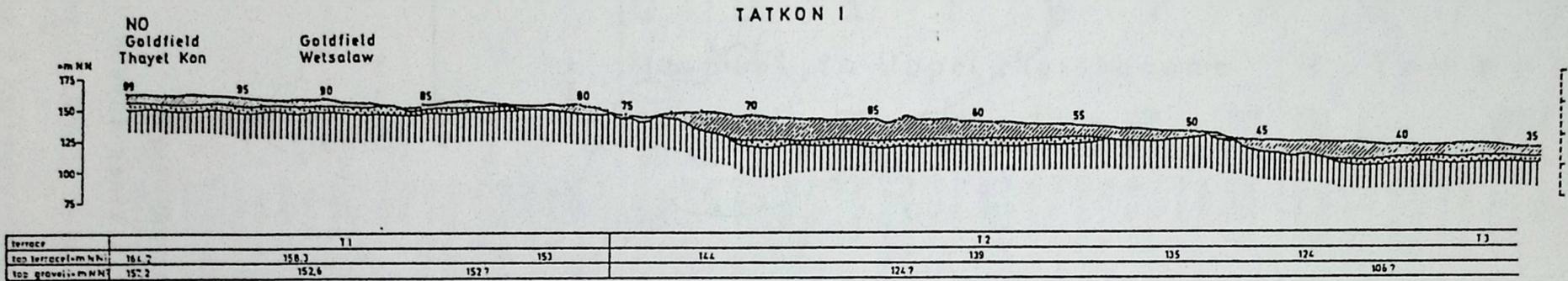
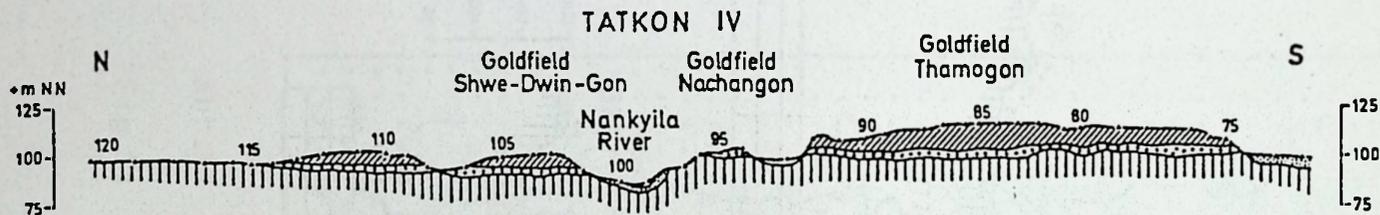
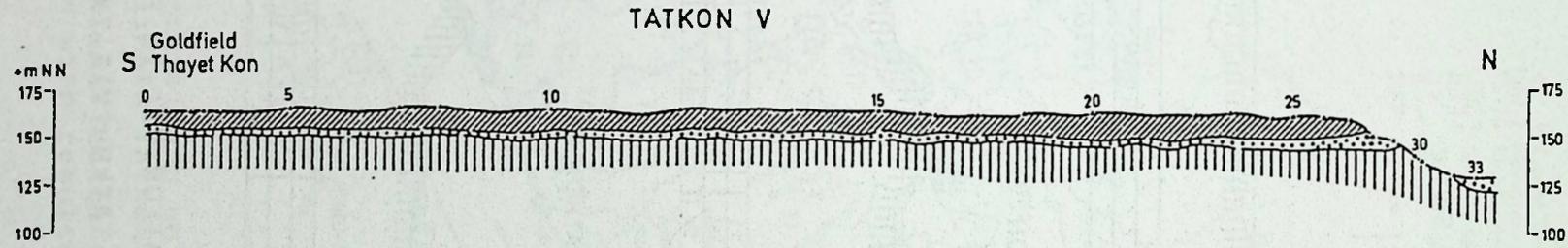


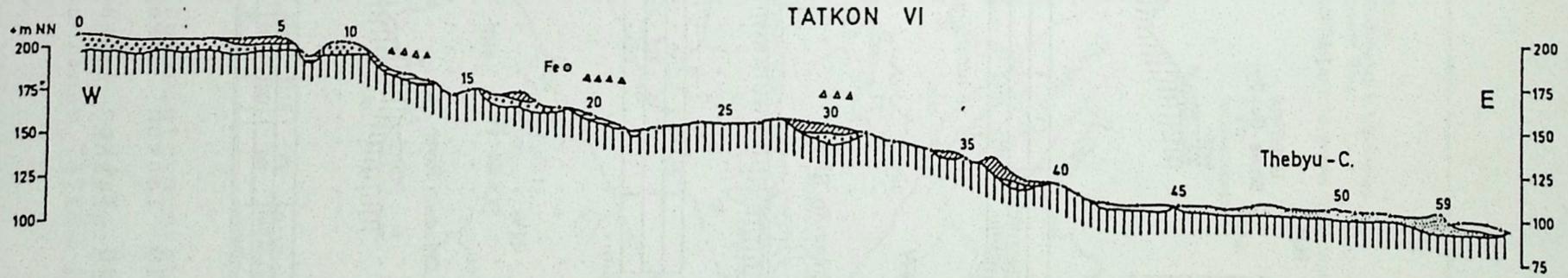
Abb. 8 Tatkon Profillinien TATKON I-III  
 Fig. 8 Tatkon Traverse lines TATKON I-III



terrace		T 4			(qh)	T 3	T 3			(qh)
top terrace (m NN)		102,8			100		116,8			98,2
top gravel (m NN)		95	95	94			105	106	105	



terrace	T 1	T 1		T 1	T 2
top terrace (m NN)	164,2	164,0		160,4	
top gravel (m NN)	157,2	153,5		150,4	132



terrace	T 0		T 1		T 2	T 3?	(qh)		qh
top terrace (m)					156	134	107		103
top gravel (m)	206	189	165		144?	121?			104

Abb. 9 Tatkon Profillinien TATKON IV-VI  
 Fig. 9 Tatkon Traverse lines TATKON IV-VI

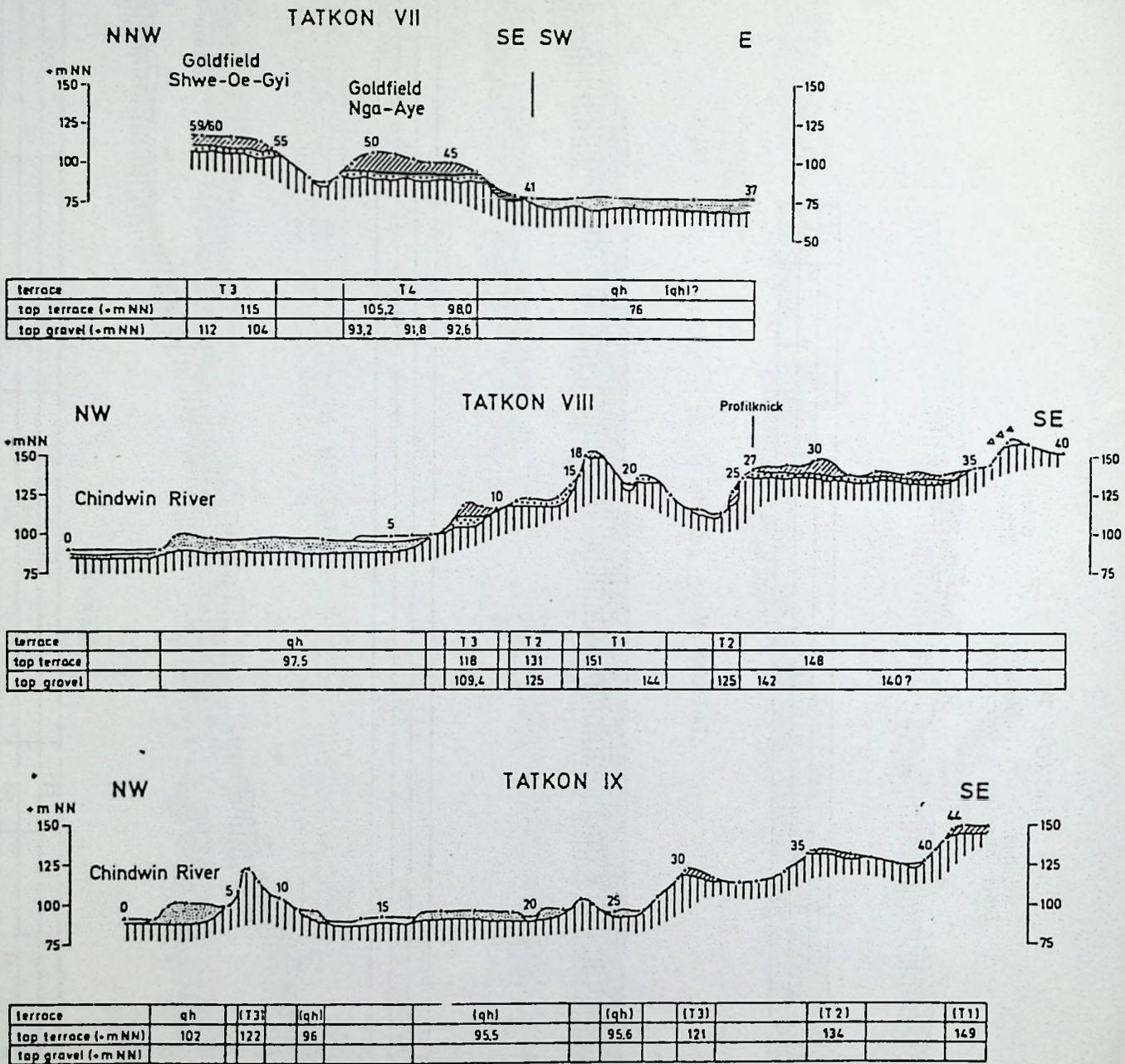


Abb.10 Tatkon Profillinien TATKON VII-IX

Fig.10 Tatkon Traverse lines TATKON VII-IX

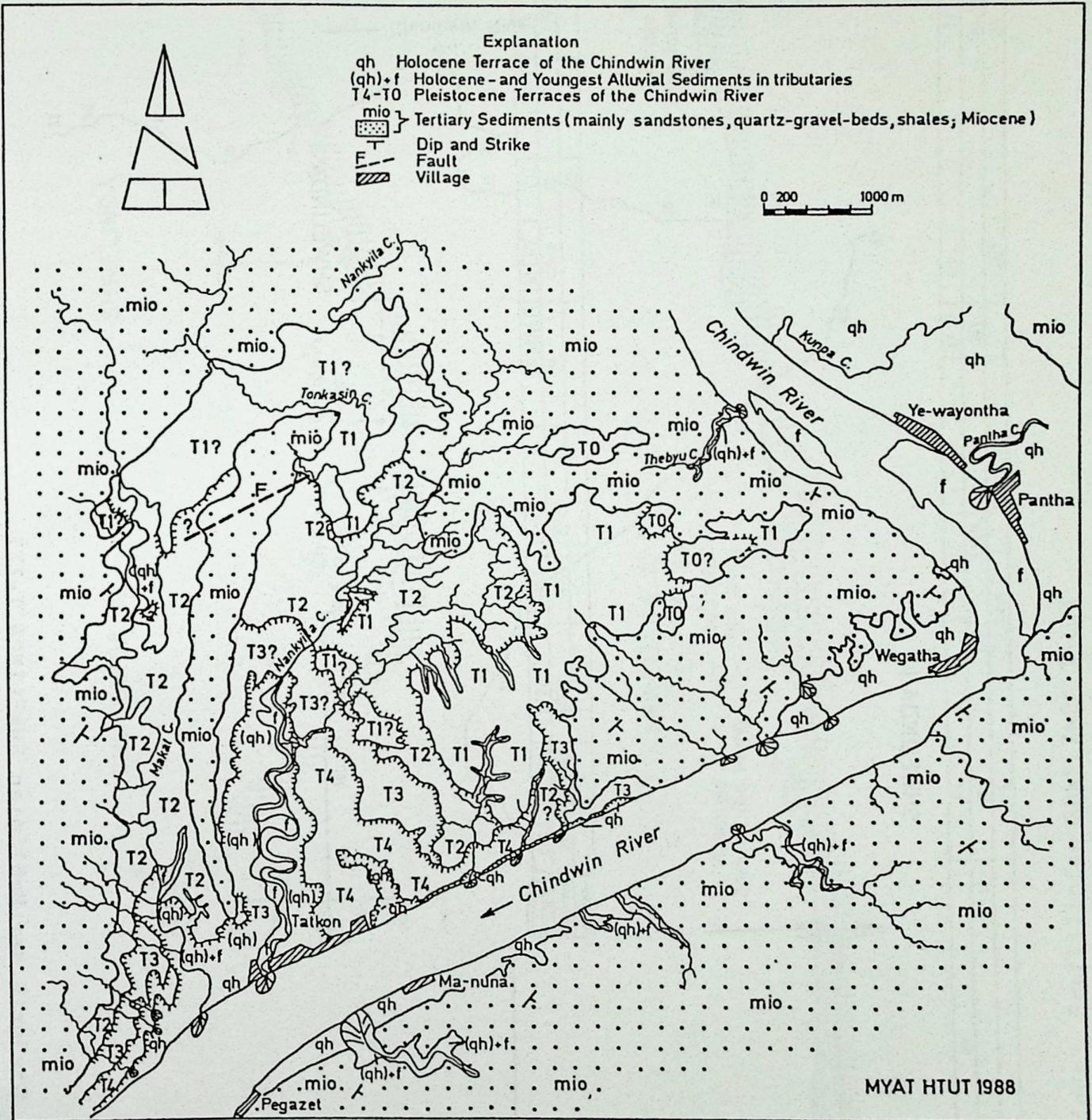


Abb.11 Terrassenverbreitung um Tatkon. Luftbildinterpretation nach den Profillinien TATKON I-IX

Fig.11 Terraces in the Tatkon area. Aerial photo interpretation in combination with results of traverse lines TATKON I-IX

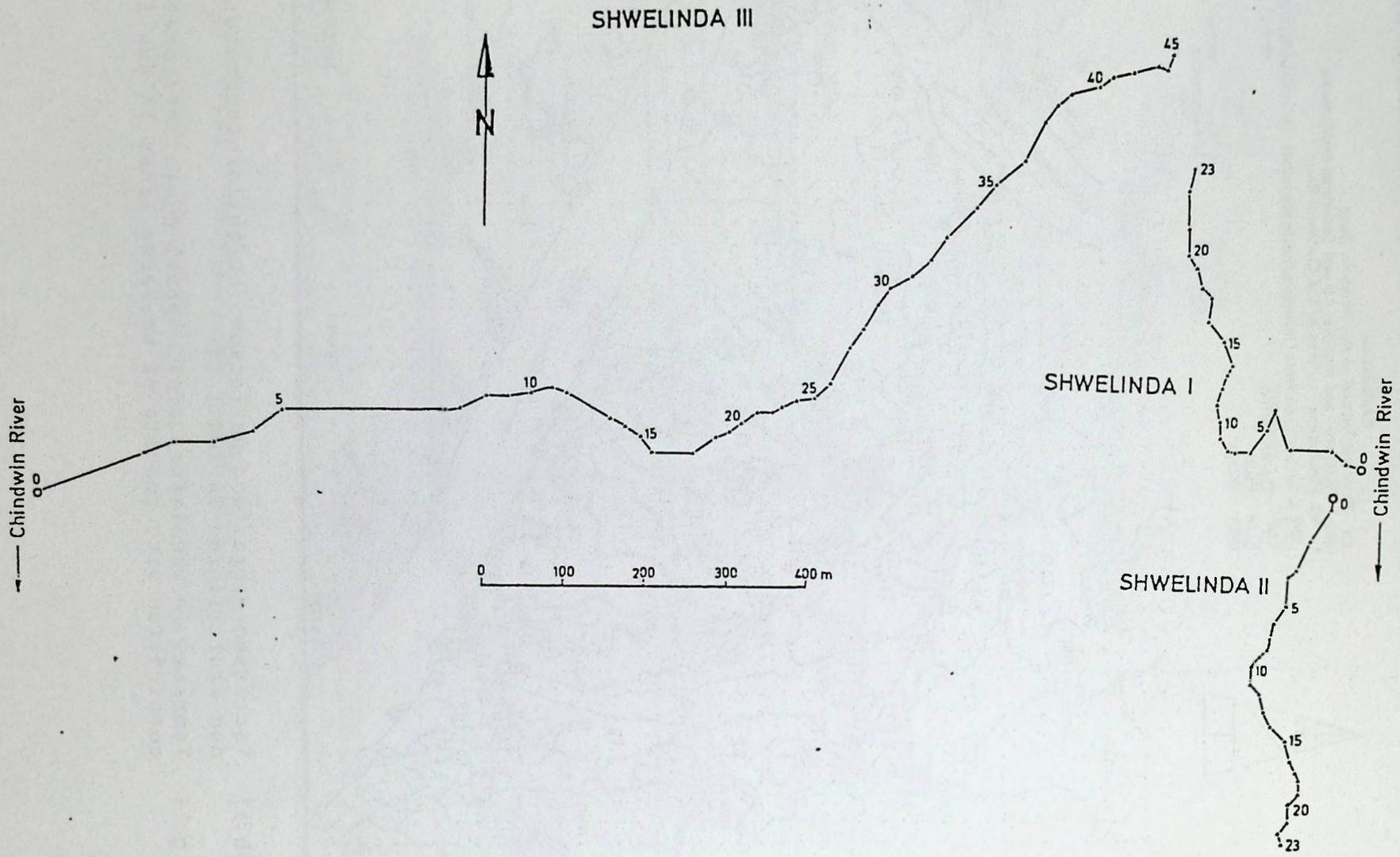
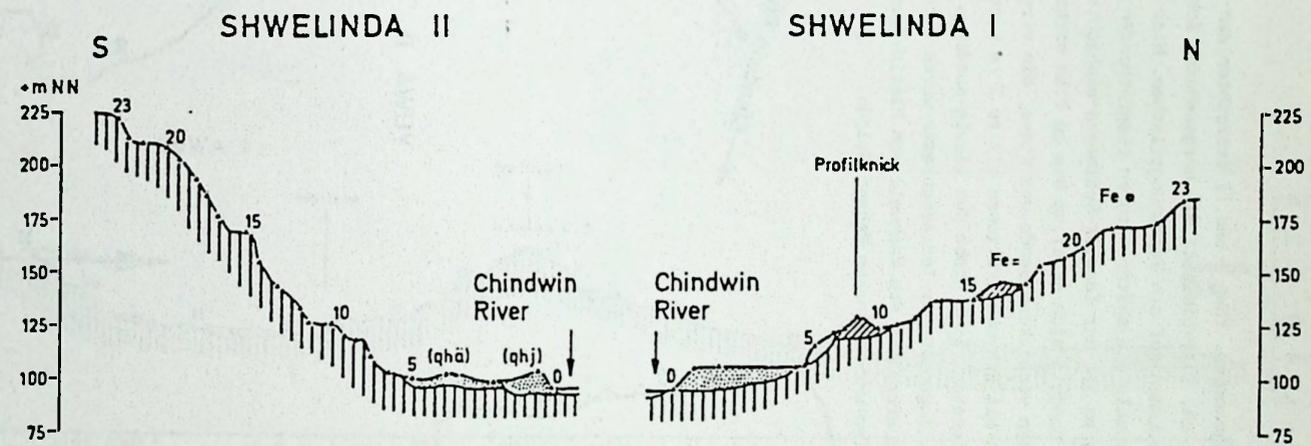
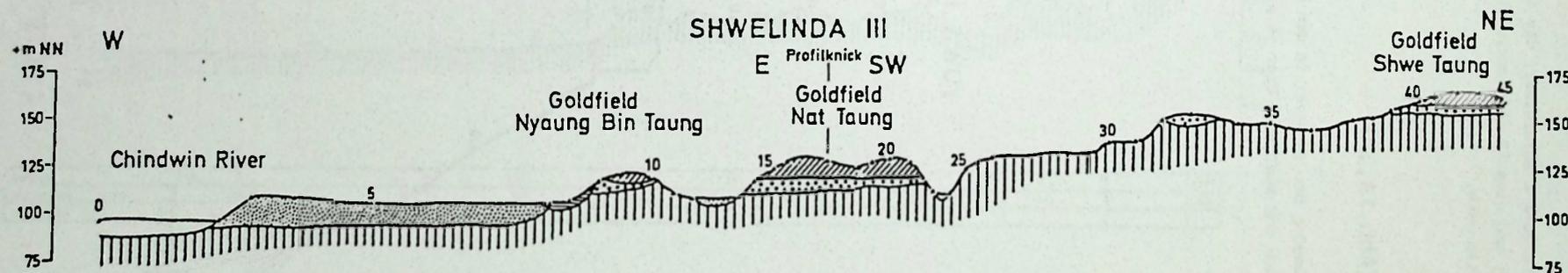


Abb.12 Shwelinda Grundriß der Meßlinien SHWELINDA I-III  
Fig.12 Shwelinda Ground plan of the traverse lines SHWELINDA I-III



terrace	(T 0)	(T 1)	(T 3)	(qh)	qh	qh	T 3	T 3	T 2	T 1
top terrace	208	169	127	103,6	103,4	105	128,2	137	154	170
top gravel										



terrace		qh	T 3	T 3		(T 2)	T 1	T 1
top terrace (+m NN)		107	104	119,3	126,2	127,7	137	166,4
top gravel (+m NN)			115	115,5			152,7	159

Abb.13 Shwelinda Profillinien SHWELINDA I-III

Fig.13 Shwelinda Traverse lines SHWELINDA I-III

SHWELINDA III führte über 2 Goldfelder, die in T3 und T1 lagern (Tab.19) und wies T3 als Erosionsterrasse mit Schotterresten nach.

4.2.3. Yuwa (Abb.14,15)

Östlich der Mündung des Yu River in den Chindwin wurden am nördlichen und südlichen Ufer je ein Profil

aufgenommen. YUWA I und II erbrachten den Nachweis von qh, (T4) bis (T1) mit ausgedehnten Schotterrestbeständen auf den Verebnungsflächen. Hier konnten erstmals die später noch zu besprechenden Eisenkrusten am Top der Tertiär-Sedimente beobachtet werden. Es handelt sich dabei um bis zu 0,5m mächtige mit Eisen verbackene Sande und Kiese, die vergesellschaftet mit Eisenkonkretionen bis zu 5 cm Durchmesser auftreten. Eine Probe des kiesig-sandigen Tertiärs im Liegenden der Terrassenreste wurde durchgewaschen und erbrachte den Nachweis von Platin-Gruppen-Mineralen und kleinsten Mengen Goldes.

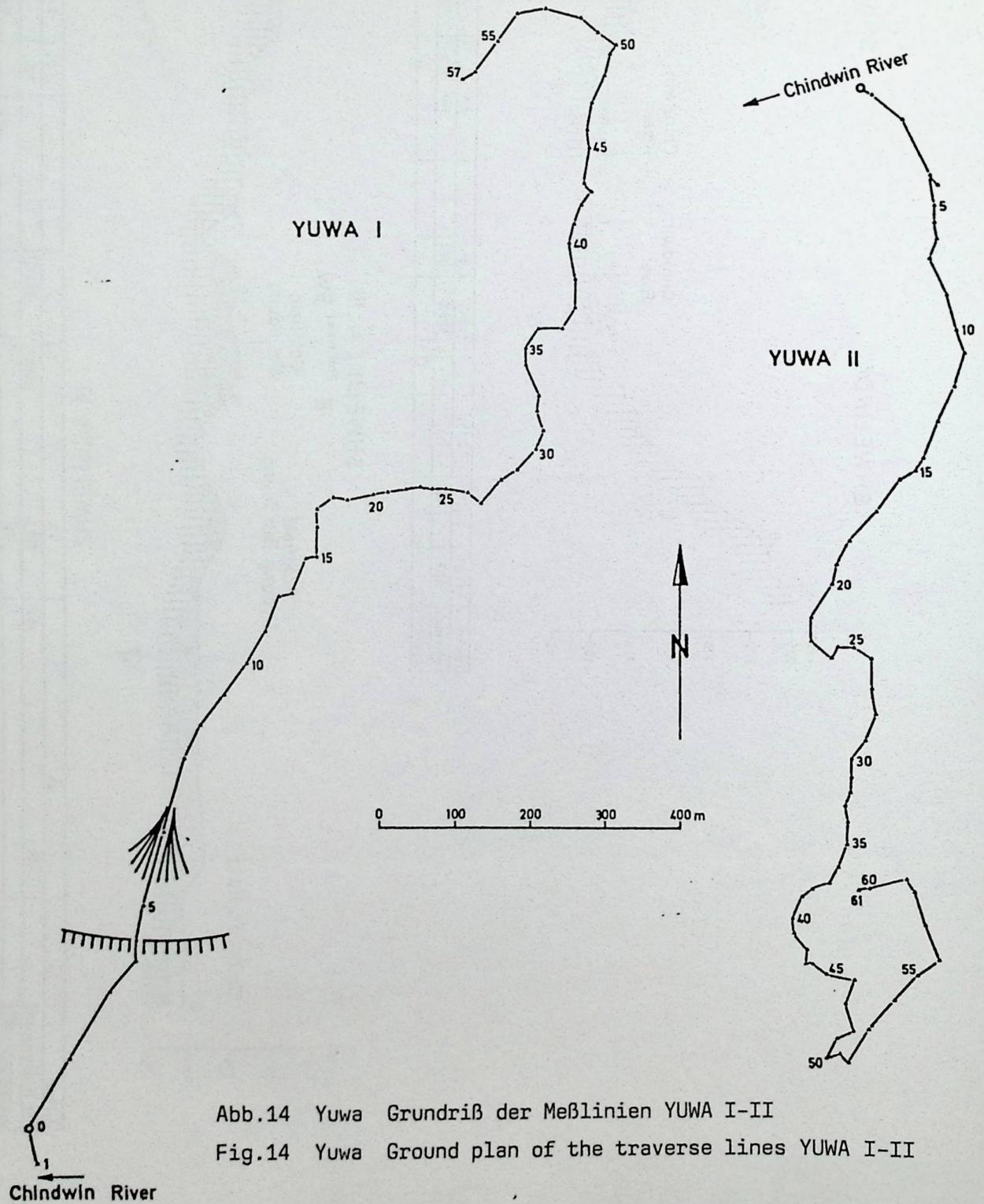
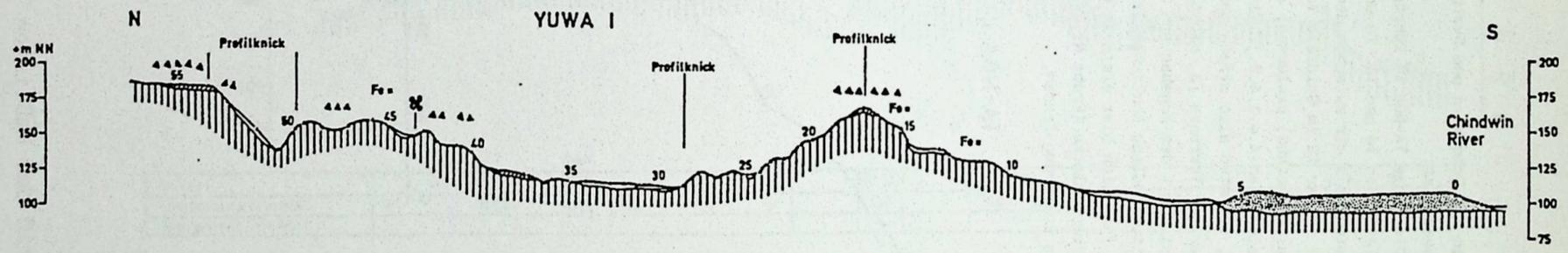
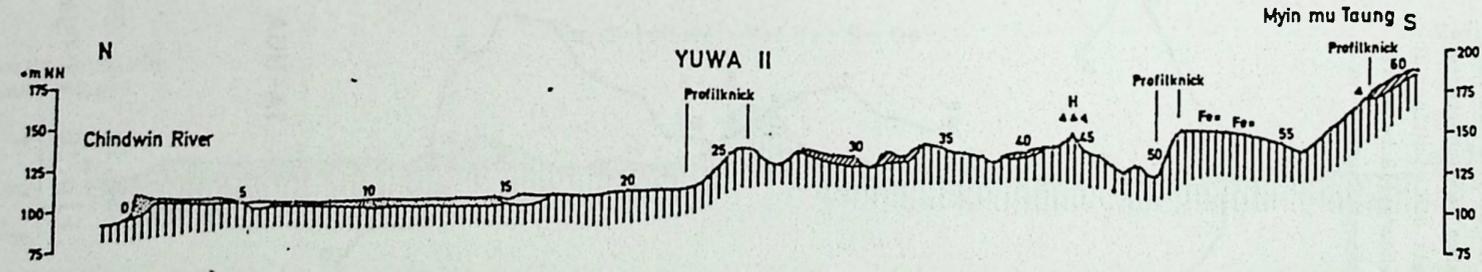


Abb.14 Yuwa Grundriß der Meßlinien YUWA I-II

Fig.14 Yuwa Ground plan of the traverse lines YUWA I-II



terrace	(T 1)		(T 2)		(T 3)	(T 4)		(T 1)	(T 3)	(T 4)		qh	
top terrace (m NH)	185	183	157,2	158,6	136,5	121		122	119	134		108,5	107
top gravel (m NH)													



terrace	qh		(T 1)	(T 3)	(T 2)	(T 2)	(T 1)			
top terrace	110	106,4	109	113	140	137	140	148	148	170
top gravel										

Abb. 15 Yuwa Profillinien YUWA I-II  
 Fig. 15 Yuwa Traverse lines YUWA I-II

#### 4.2.4. Ta-nga (Abb.16,17)

TA-NGA I, am Westufer des Chindwin angesetzt, wies (T4), (T3) und (T2) mit Schotterresten, gehäuft auftretenden Eisenkrusten, Eisenkonkretionen und versteinertem Holz nach. Hier nahm die Annahme Beweiskraft an, daß auf Erosionsterrassen neben den Schotterresten vor allem das versteinerte Holz ein wichtiges Indiz für eine Einstufung als Verebnungsfläche = Erosionsterrasse = zeitgleich den entsprechenden Ter-

rassen mit Schottern und Overburden (Akkumulations-terrassen) ist.

Die Linie TA-NGA II führte über 2 Goldfelder in den Terrassen T4 und T3. Zu unserer Überraschung fanden sich, als wir zwischen den Vermessungspunkten Nr.17 und Nr.19 im Goldfeld Yet Tet Sa Oo eine Schotterhalde (Abraum) erklimmen, steinzeitliche Werkzeuge (siehe Kap.4.4.1.4.2.). Sie lagerten in den Schottern, stammten also offensichtlich aus dem Schotterkörper der Terrasse T3, nicht von der Erdoberfläche, was sich mit den Angaben von MOVIUS (1943) über die *in situ*-Fundlage ähnlicher Silices am Irrawaddy deckt. Auch fand sich hier erstmals bei Vermessungspunkt Nr. 17 Eisenschlacke (Probe Nr.3/21/88), wofür wir damals keine Erklärung fanden.

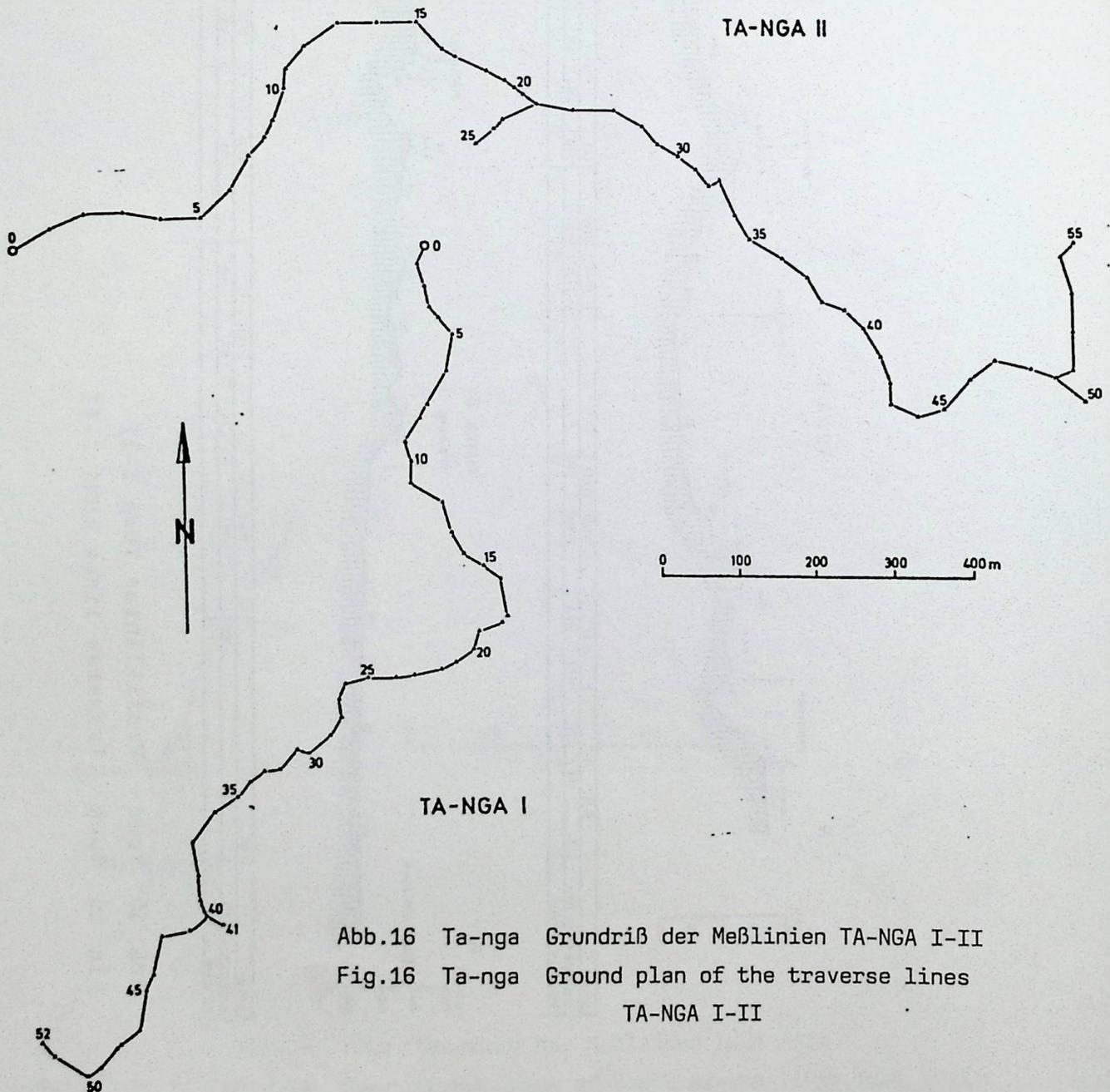
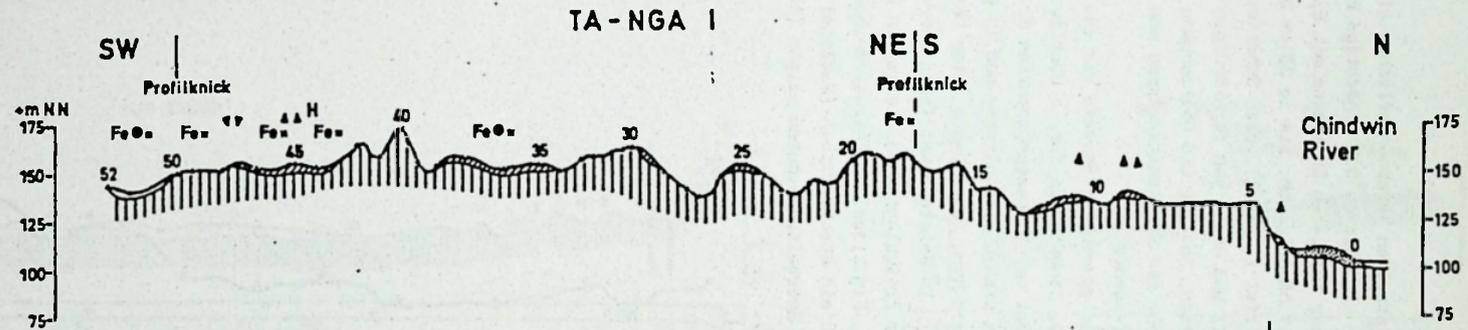
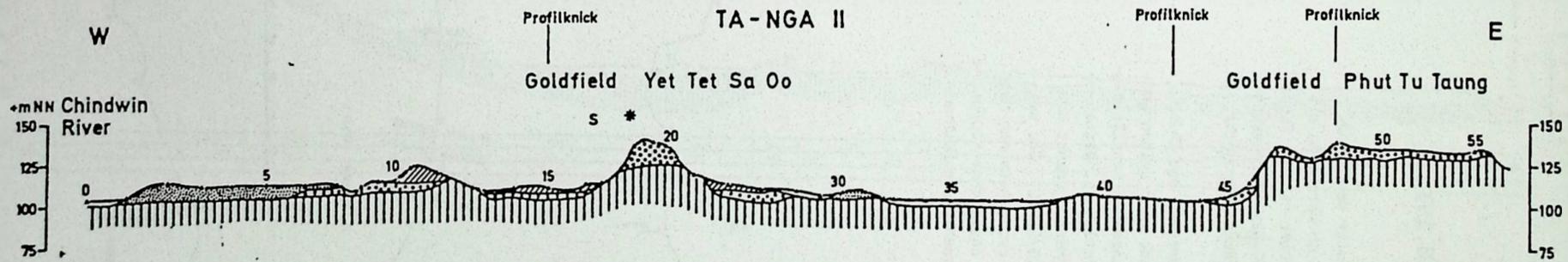


Abb.16 Ta-nga Grundriß der Meßlinien TA-NGA I-II  
 Fig.16 Ta-nga Ground plan of the traverse lines  
 TA-NGA I-II



	Rest												
terrace	(T2)		(T1)	(T2)			(T2)	(T2)		(T3)		(T4)	qh
top terrace (+m NN)	151	155,4	172	152	155	161	153	160	154	137,5	137	117	110
top gravel (-m NN)													



terrace	qh	T4	T4	T3	T4	(qh)	T4	T3
top terrace	114	113	123	110	113	109	115	
top gravel		113	107	137	110		111,5	136 138,7 133

Abb.17 Ta-nga Profillinien TA-NGA I-II

Fig.17 Ta-nga Traverse lines TA-NGA I-II

#### 4.2.5. Auk Taung (Abb.18,19)

Die Linie AUK TAUNG I, am Ostufer des Chindwin angesetzt, führte über eine weite qh-Verebnung mit alten Kanälen zum aufragenden Tertiär mit den Erosionsterrassenniveaus (T4) und (T2). Beim Vermessungspunkt Nr.26 fanden sich Eisenschlacken (Probe Nr. 3/24/88).

Die Linie AUK TAUNG II, am Westufer des Chindwin, führte, nach Überwindung einer sehr weiten qh-Verebnung, zu einem der interessantesten Profile dieser Kampagne. Bereits vor dem Aufstieg zur ersten Verebnung (T4) fand sich beim Vermessungspunkt Nr. 41 eine Schlackenhalde (Probe Nr.3/27/88). Der weitere terrassierte Anstieg bis zu der gemessenen Höhe des Gipfels bei +279,6 m NN (laut englischer topographischer Karte: +280,7 m NN) erbrachte den Nachweis

von allen 5 pleistozänen Verebnungsflächen ((T4)-(T0)), auf denen sich bis zu 0,8 m mächtige Eisenkrusten am Top der tertiären Sedimente mit Eisenkonkretionen, z.T.hämatitisch, bis zu 30 cm Durchmesser fanden (Tafel 1, Fig.2), dazu Schotterreste, verkieseltes Holz und Reste von feinkörnigen Überdeckungs-Sedimenten. So klar und überzeugend fanden sich nirgends mehr die Erosionsterrassen und die sie bedeckenden Terrassenreste.

Mit über 5 km gemessener Strecke war das Profil AUK TAUNG III das längste. Es führte über zwei grosse Goldfelder. Bei den Vermessungspunkten Nr.20,43, 50 und 62 fanden sich Eisenschlacken und in der Nähe und im Goldfeld Kyun Taung Reste alter Keramik (siehe Appendix). Im Goldfeld Nat Taung überraschte die Größe der freigelegten versteinerten Baumstämme (Tafel 1, Fig.3) aus den Terrassenschottern. Hier fanden sich ein Abschlagstein (Nucleus) und Hornsteine, die Bearbeitungsspuren zeigen (paläolithische Relikte).

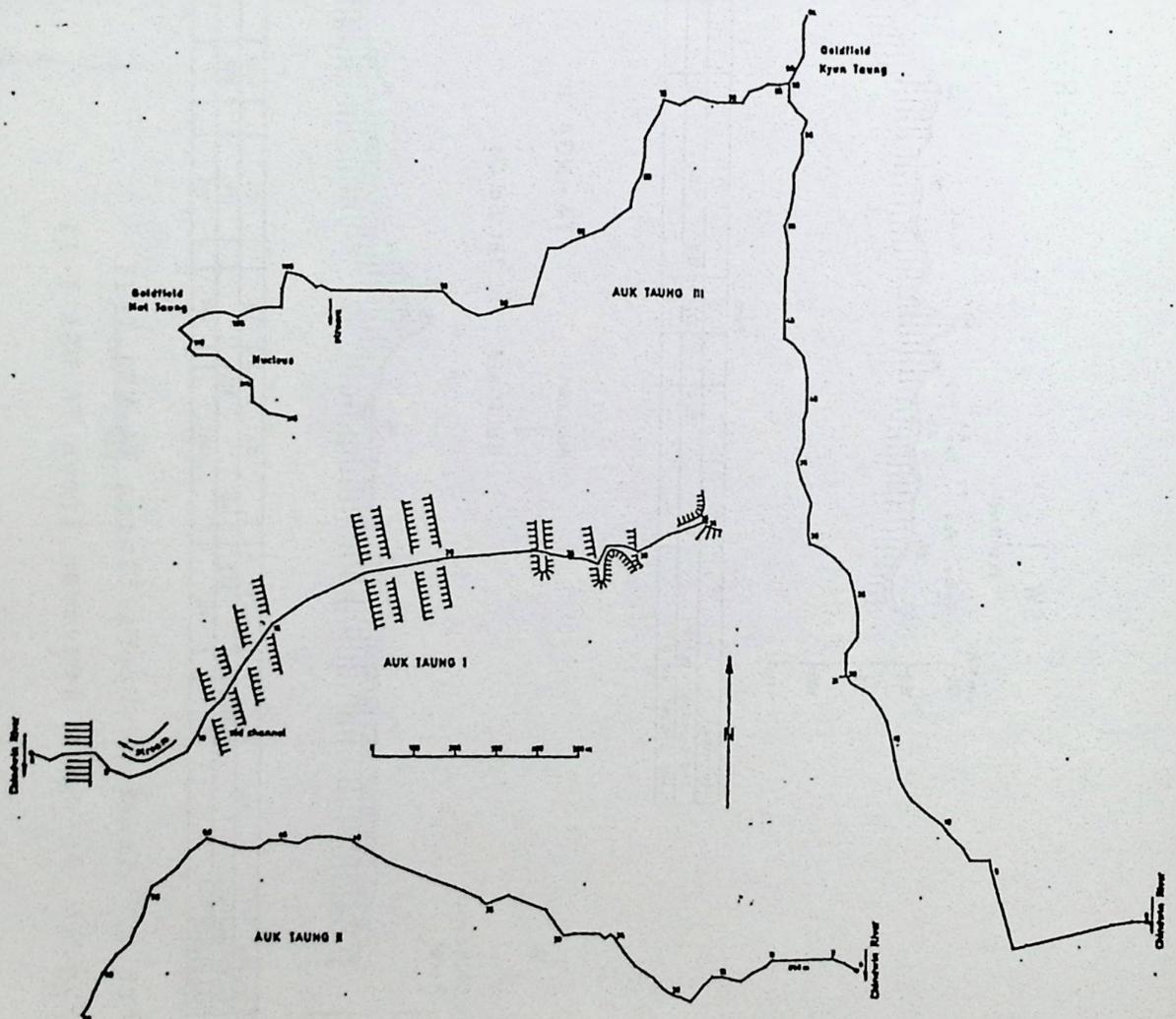


Abb.18 Auk Taung Grundriß der Meßlinien AUK TAUNG I-III

Fig.18 Auk Taung Ground plan of the traverse lines AUK TAUNG I-III

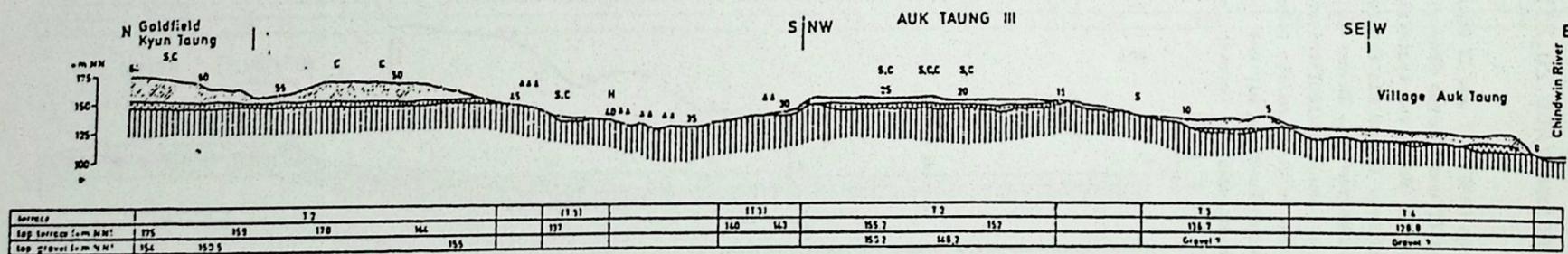
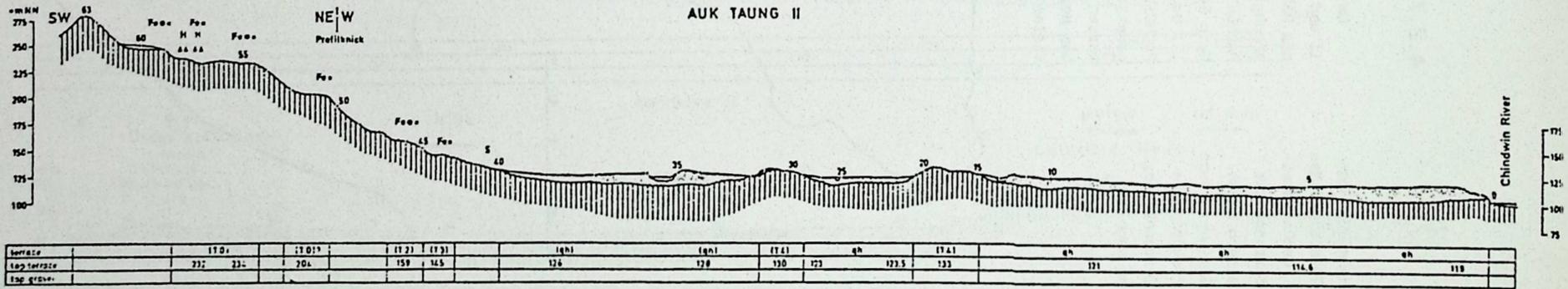
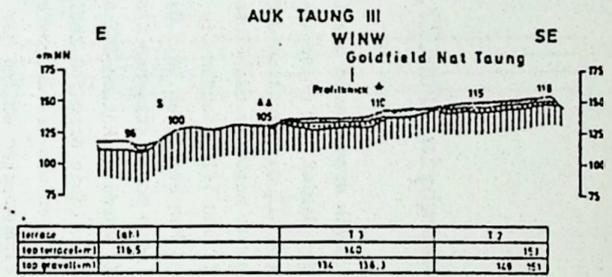
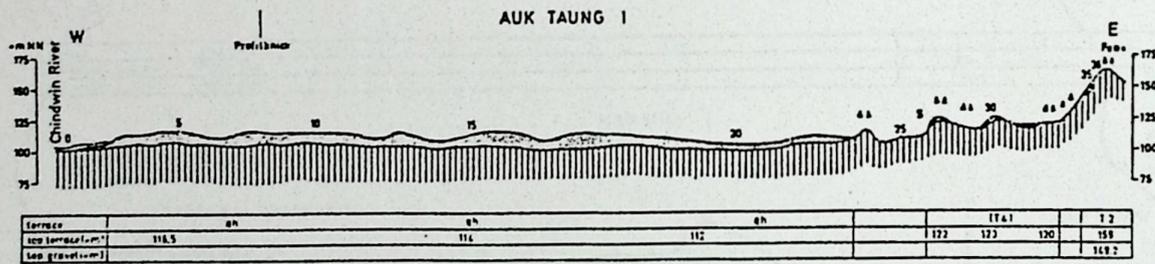


Abb.19 Auk Taung Profillinien AUK TAUNG I-III  
 Fig.21 Auk Taung Traverse lines AUK TAUNG I-III

## 4.2.6. Nansima (Abb.20,21)

Die Linien NANSIMA I und II überdecken die Terrassen T4 und T2 und führten über die Goldfelder Nansima, Thayet Kon, Mawha und Kyaikkalum. Große Bereiche des T2-Niveaus liegen als Erosionsterrasse mit Resten von Schottern vor. In den Goldfeldern Mawha und Kyaikkalum konnten paläolithische Steinwerkzeuge geborgen werden (u.a. die Hälfte einer ?Gewürzmühle aus Chert, deren Funktion wir uns zum Zeitpunkt der Auffindung nicht erklären konnten (siehe auch Kap. 4.4.1.4.2.))

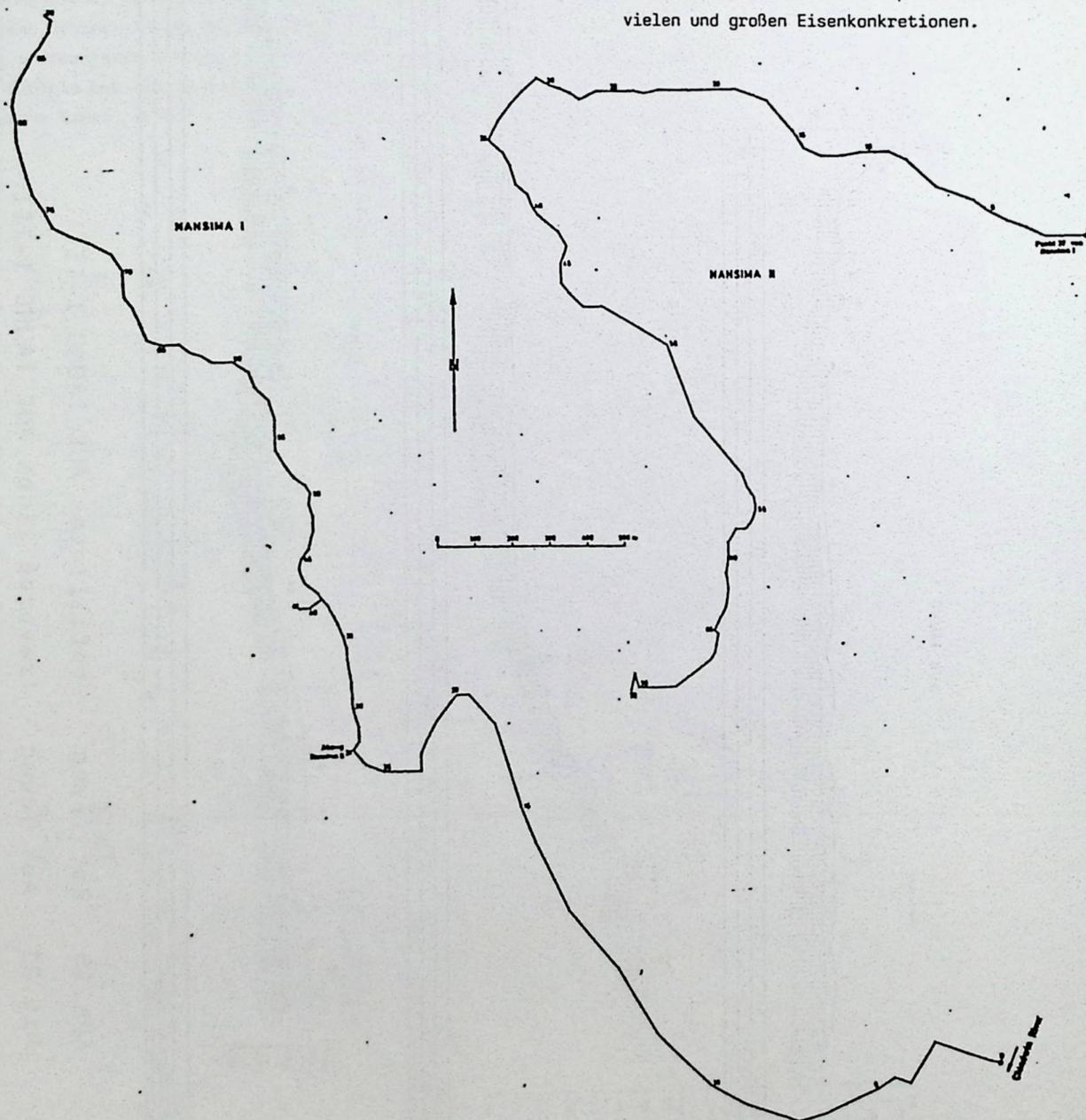


Abb.20 Nansima Grundriß der Meßlinien NANSIMA I-II

Fig.20 Nansima Ground plan of the traverse lines NANSIMA I-II

## 4.2.7. Paungbyin (Abb.22,23)

Um Paungbyin erschlossen die Linien PAUNGBYIN I, II und IV das Gebiet des Chindwin-Ostufers, die Linie PAUNGBYIN III das westlich der weiten qh-Verengung liegende Westufer des Flusses. Die Linien PAUNGBYIN II und III erfaßten die Goldfelder Shwe Gyi Gyi und Man Sein (Tab.19). Die Linie PAUNGBYIN III begann beim buddhistischen Kloster in Manmaw. PAUNGBYIN IV wurde 18 Meilen NNE von Paungbyin angesetzt. Diese Linie erschloß lediglich Erosionsterrassen mit Resten von Terrassenschottern, versteinertem Holz, Eisenkrusten am Top des Tertiärs und sehr vielen und großen Eisenkonkretionen.

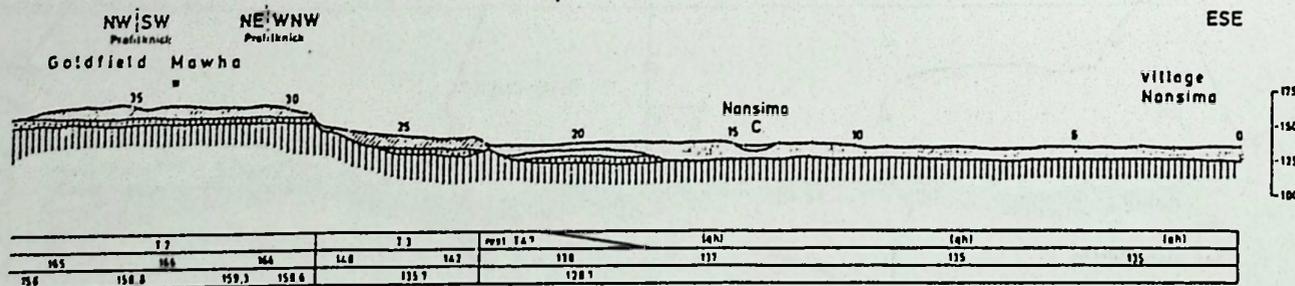
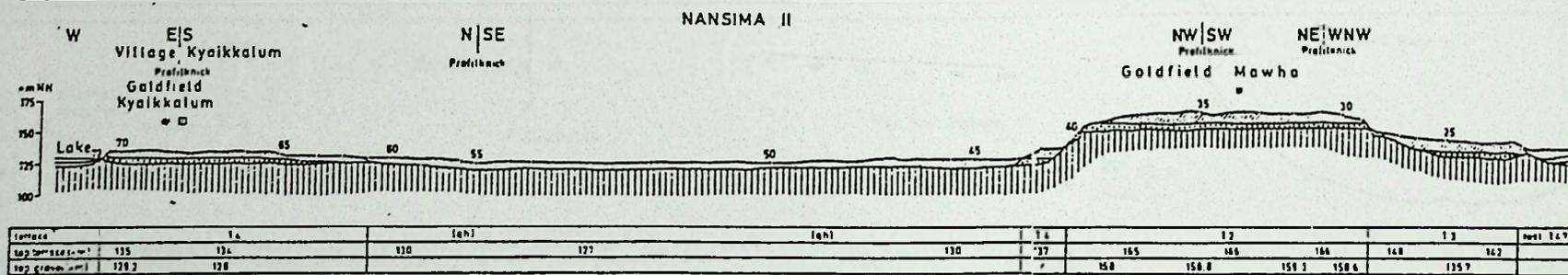
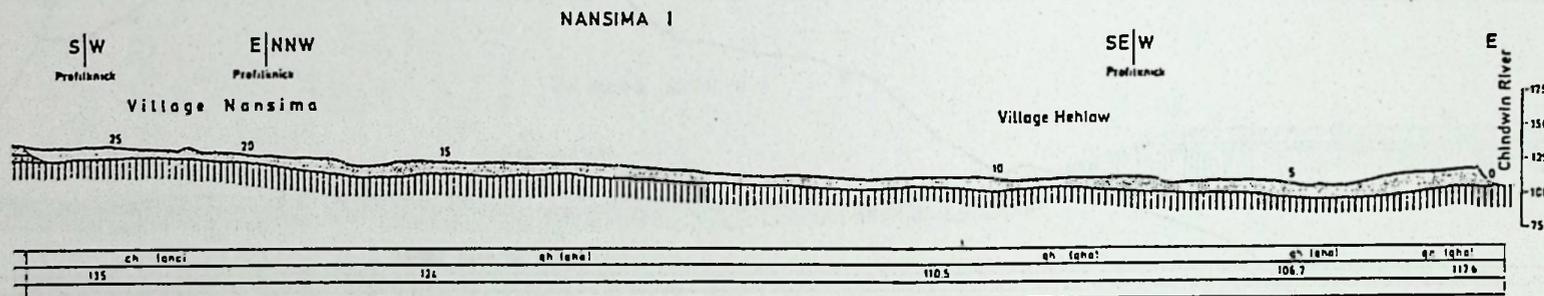
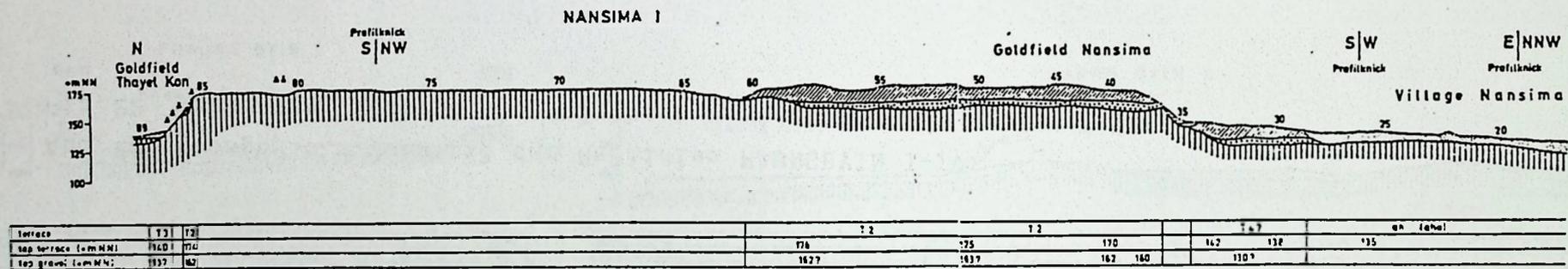


Abb.21 Nansima Profillinien NANSIMA I-II

Fig.21 Nansima Traverse lines NANSIMA I-II

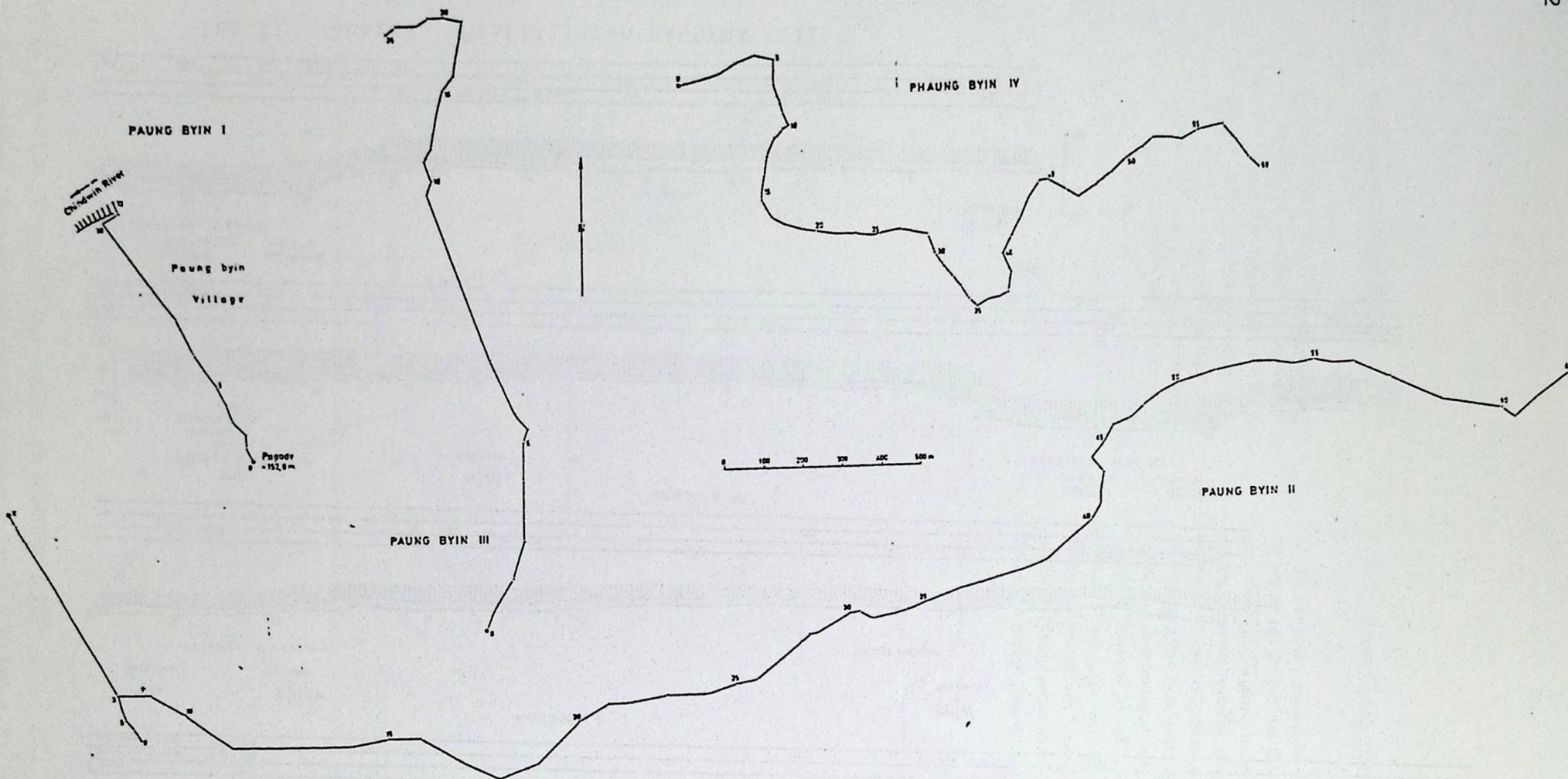


Abb.22 Paungbyin Grundriß der Meßlinien PAUNGBYIN I-IV

Fig.22 Paungbyin Ground plan of the traverse lines PAUNGBYIN I-IV

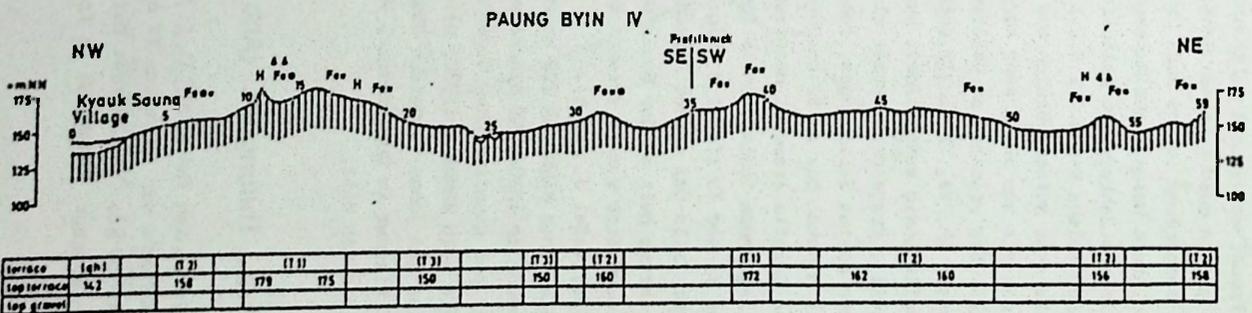
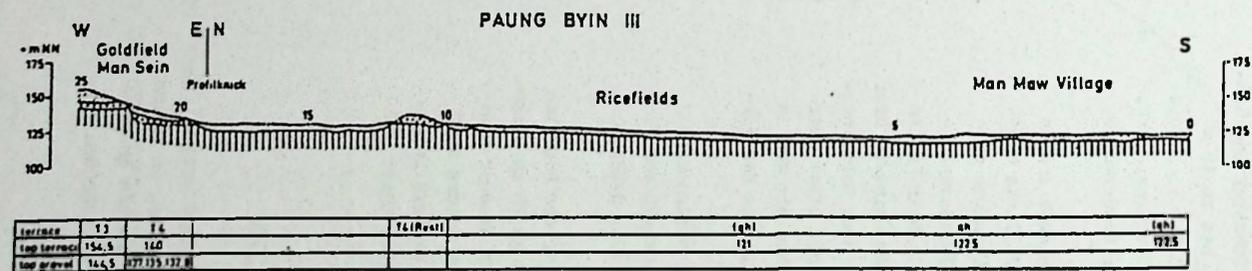
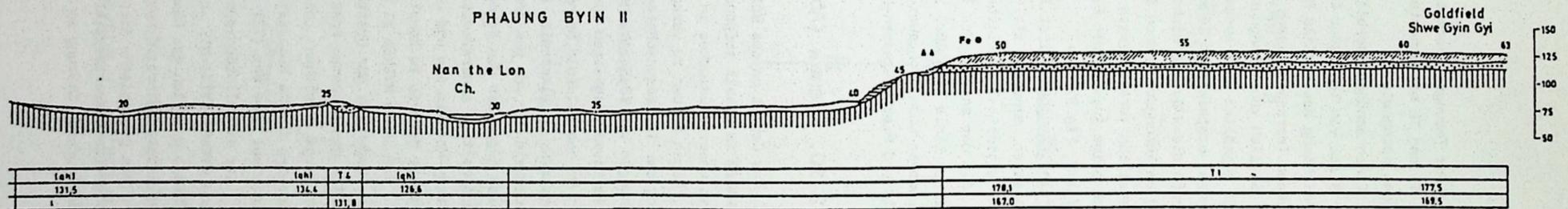
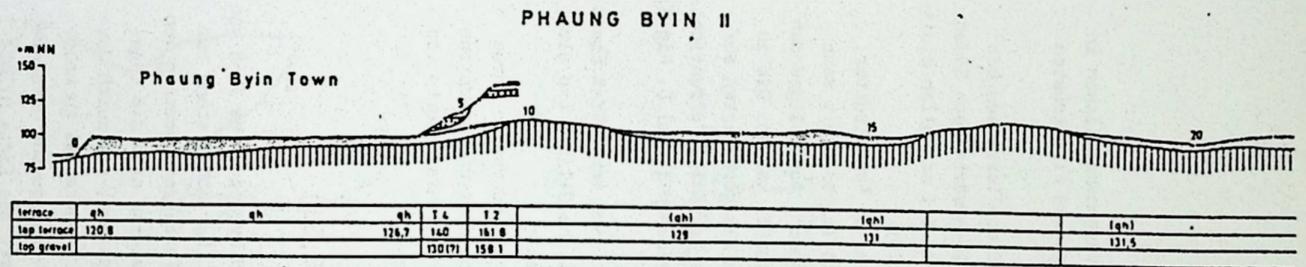
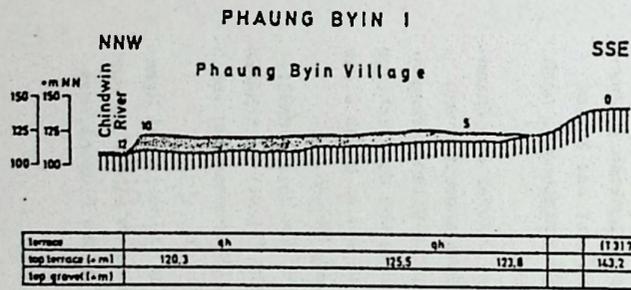


Abb.23 Paungbyin Profillinien PAUNGBYIN I-IV  
 Fig.23 Paungbyin Traverse lines PAUNGBYIN I-IV

#### 4.2.8. Manawtha (Abb.24,25)

Die Profillinie MANAWTHA I führte über 3 Goldfelder: Tikelan, Makauk Maung und Shwe Kyin Taung.

Im Goldfeld Tikelan fanden sich in den Abraumhalten Blöcke bis zu 40 cm Durchmesser (Tafel 2, Fig.1). Im Goldfeld Makauk Maung, das zu beiden Seiten eines Tales mit bis zu 10 m tiefen Stollen die Terrassenschotter aufschließt, führten kiesig-sandige Zwischenlagen, regellos in der Schotterabfolge verteilt, in den dicht gepackten, unsortierten Schottern (-12 cm Ø) das Gold. Sie werden mit scharfer Grenze von sandigem, braunem Overburden überdeckt (Tafel 2, Fig.2).

Im dritten Goldfeld der Linie MANAWTHA I, Shwe Kyin Taung, werden die goldführenden Schotter und Sande in großen quadratischen Schächten, bis zu 12 m tief, ausgeräumt (siehe auch Kap.4.4.1.3.5.). In diesem Goldfeld wurde, laut Aussage des Bürgermeisters, vor einigen Jahren eine paläolithische Gewürzmühle gefunden (siehe Kap.4.4.1.4.2.).

Als sehr aufschlußreich und interessant erwies sich die mit nur 573 m sehr kurze Profillinie MANAWTHA II. Sie erschloß am Ostufer des Chindwin die Terrassen qh, T4, T3 und T2, die, im Terrassenaufbau vollständig ausgebildet, buchstäblich in Resten am steil aufragenden Tertiär kleben. Am Chindwin Ufer, am Fuße dieses Steilhanges, fand sich eine Geröllhalde mit Blöcken bis zu 50 cm Durchmesser. Diese Übergroßen Gerölle stammen, nach Vergleichen mit den in situ lagernden Sedimenten am Steilhang, aus den Terrassen T4 und T3 (Tafel 2, Fig.3).

Ebenfalls bei diesem Aufschluß fand sich karbonisiertes Holz an der Basis und innerhalb der Terrassenschotter von T4 (Proben Nr.3/51/88; 3/52/88; 3/53/88) (Tafel 3, Fig.1).

Die Linie MANAWTHA III erschloß auf der höchsten Verebnung in +230 m NN Blöcke von bis zu 25 cm Durchmesser aus quarzitischem Sandstein mit brauner Kruste, die nach BANNERT (1979) oligozänen Alters sind und aus der Tonhe-Formation stammen. Weiters fanden sich, kleiner im Durchmesser, Vulkanite, Chert und verkieseltes Holz.

#### 4.2.9. Thaugdut (Abb.26,27)

Die Linien THAUNGDU I, II und III erbrachten den Nachweis der Terrassen T4 bis T1, wobei in THAUNGDU III T4 als Erosionsrest aus einer weiten qh-Verebnung aufragt. THAUNGDU IV lief im anstehenden Ter-

tiär der Thaugdut-Formation; Verebnungsflächen in T4, T3 und T2 mit Schotterresten und Eisenkrusten wurden nachgewiesen.

Einen schönen Überblick auf die Terrassen bot der Blick von Thaugdut Chindwin-abwärts nach Süden in Richtung des Profils MANAWTHA III mit allen pleistozänen Terrassenniveaus (Abb.28).

Südlich von Thaugdut, in einer Fangstruktur, soll angeblich eine ausgedehnte Terrasse mit sehr großen versteinerten Bäumen lagern. Aus Zeitgründen konnte diese Angabe nicht überprüft werden. Die in und um Thaugdut jedoch in den Klosterbezirken aufgestellten versteinerten Bäume bestätigen offensichtlich obige Aussage der Einheimischen (Tafel 3, Fig.2; Tafel 3, Fig.3).

In Thaugdut selbst fanden sich verbreitet Eisenschlacken, einzelne steinzeitliche Silices und alte, wohl spätmittelalterliche Keramik.

Aus der anstehenden Thaugdut-Formation wurde auf der Linie THAUNGDU IV eine Kies- und Sandprobe entnommen und durchgewaschen. Ergebnis: Spuren von Gold und Platin-Gruppen-Mineralen.

#### 4.2.10. Myenga (Abb.30,31)

Das Gebiet um das Goldfeld Myenga wurde 1988 von D.HAGEN im Detail aufgenommen. Der Abbau stand zur Zeit unseres Besuches in den Terrassenschottern von T3. Gegen Norden zu verkomplizierte sich die Lagerung der Terrassenschotter insofern, als durch Rutschungen von T3-Schottern auf T4-Material zu hohe Schottermächtigkeiten für T4 vorgetäuscht wurden.

Um das Goldfeld Myenga wurde die Linie MYENGA I gemessen, um einerseits eine Kontrolle der Meßgenauigkeit der von uns praktizierten Vermessungsmethode gegenüber den Vermessungsfestpunkten in Myenga zu erhalten, andererseits um das über das Gebiet Tatkon-Homalin von uns gelegte Höhenkotennetz nach unserer Methode zu komplettieren.

Die Linie MYENGA II wurde am Ostufer des Chindwin, gegenüber der Ortschaft Tonhe angesetzt und sollte den höchsten Punkt der gegen Osten aufragenden Berge erreichen. Leider gelang uns der richtige Einstieg in die Hügelkette nicht und so blieb diese Linie auf Höhe der (T3)-Verebnung hängen.

Zur Vervollständigung wurden die beiden Meßlinien MYENGA XVII(=W1) und MYENGA XX(=W4) nach HAGEN (1988), westlich des Chindwin, übernommen und von uns interpretiert.

Die geologische Situation am Chindwin bei Myenga dürfte charakterisiert sein durch eine etwa Nord-Süd-laufende Störung am Westufer des Flusses, was

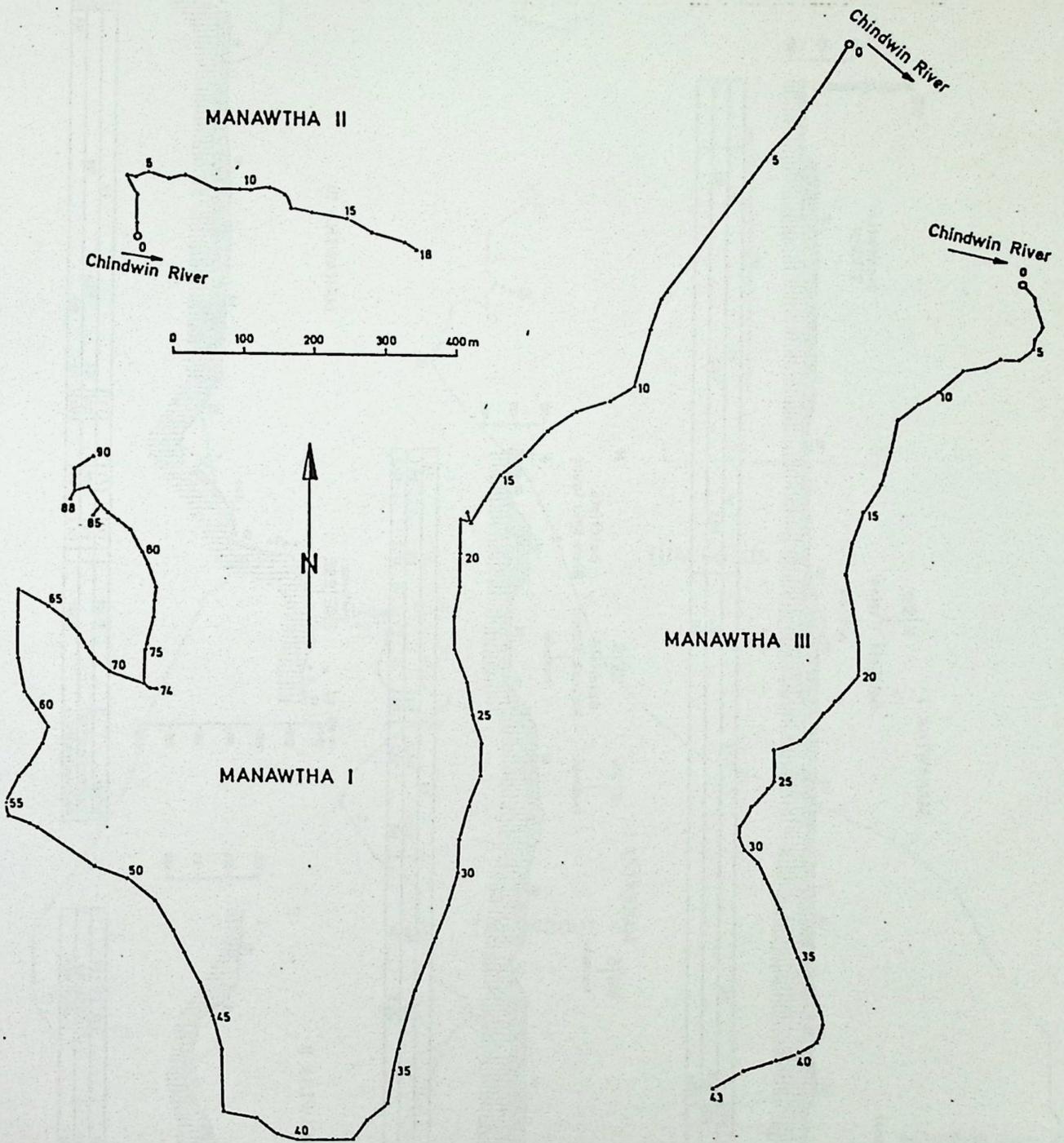
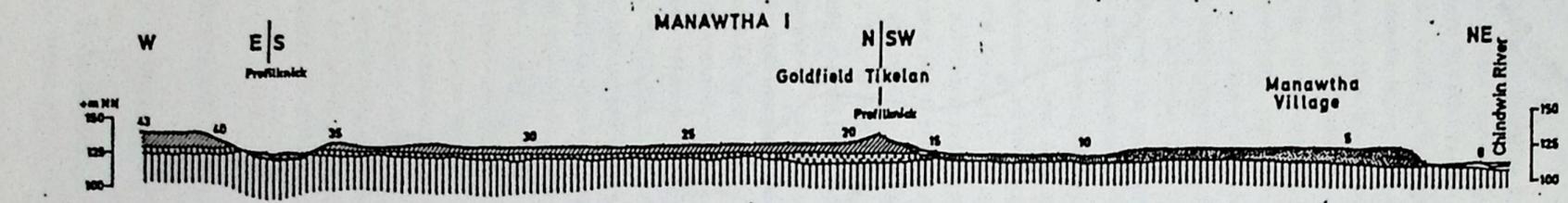
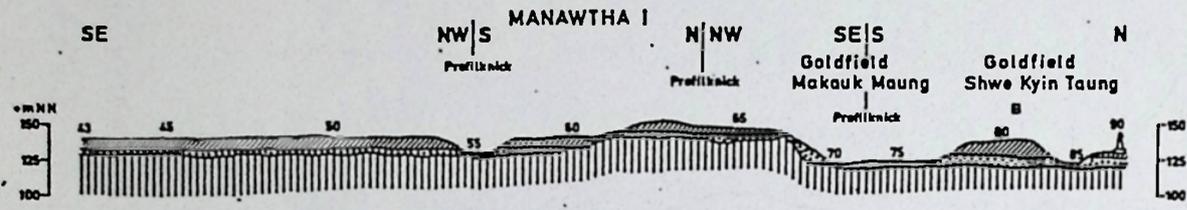


Abb.24 Manawtha Grundriß der Meßlinien MANAWTHA I-III

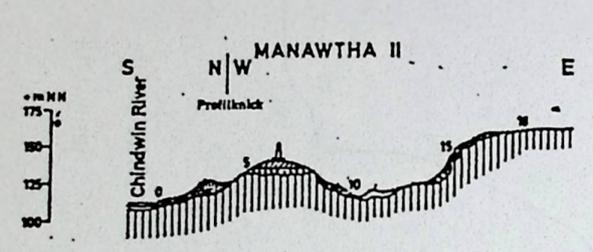
Fig.24 Manawtha Ground plan of the traverse lines MANAWTHA I-III



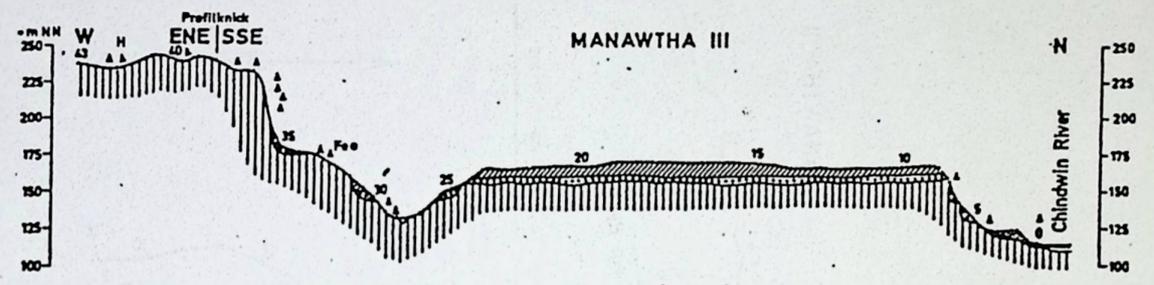
terrace	T4	qh	qh	T4	T4	qh	qh	qh
top terrace (=m NN)	138	123	123	130,7	134	119,5	122,7	123
top gravel (=m NN)	133			124,4	122			



terrace	T4	T4	T3	T4	T4				
top terrace (=m)	118	140	138	152,2	148,7	139	137	131,8	
top gravel (=m)	133	132,8	136	145	144,7	133,4	131	127,7	126,3



terrace	qh	T4	T4	T3	T2,7
top terrace (=m NN)	120	138	137	155	160
top gravel (=m NN)		136,0	136	145	154,7



terrace	T1	T1	T3	T2	T3	T4	qh		
top terrace (=m NN)	190	150	150	164	168,4	168	154	143	128
top gravel (=m NN)	236,7	180	148	148	158	160	165	148	137

Abb.25 Manawtha Profillinien MANAWTHA I-III  
 Fig.25 Manawtha Traverse lines MANAWTHA I-III

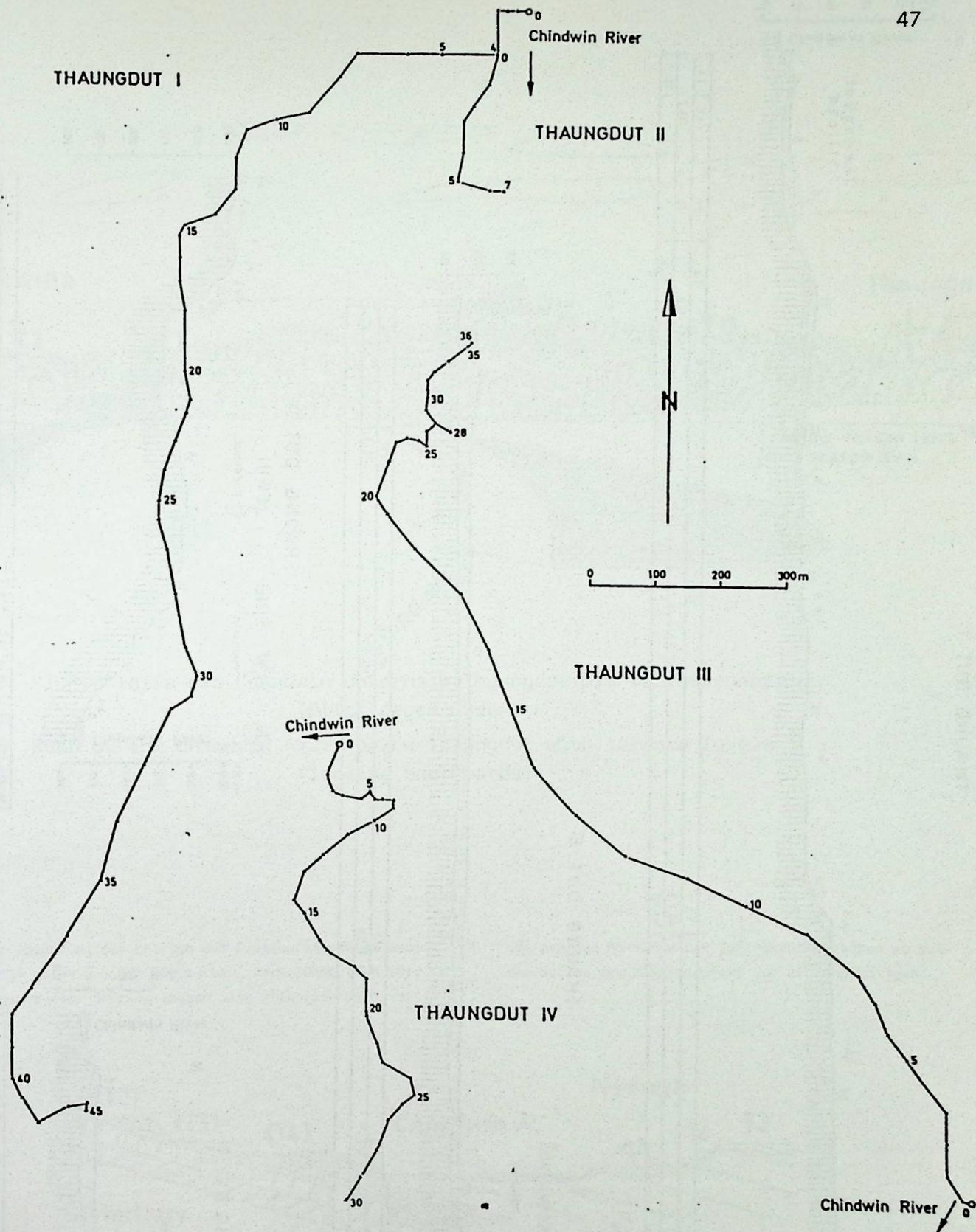
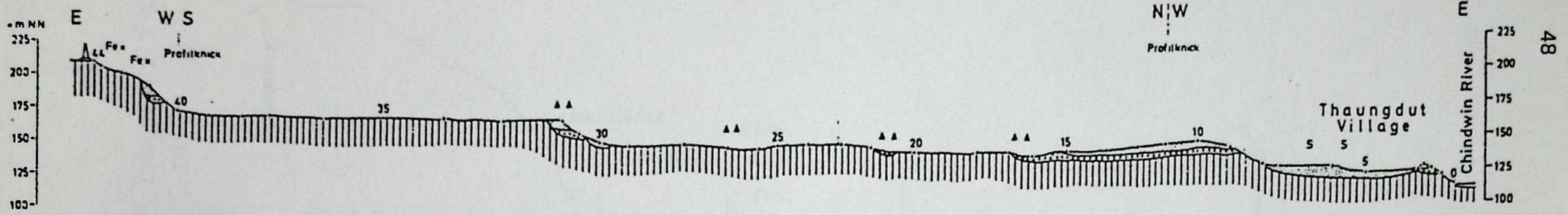


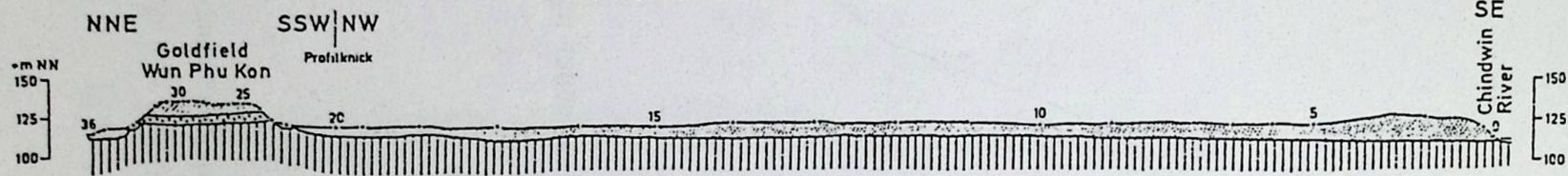
Abb. 26 Thaungdut Grundriß der Meßlinien THAUNG DUT I-IV  
Fig. 26 Thaungdut Ground plan of the traverse lines THAUNG DUT I-IV

THAUNG DUT I



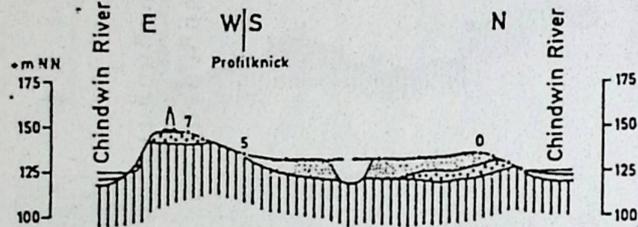
terrace	T 1	T 3	(T 4)	T 2	ah	ah	T 4
top terrace (m)	150	161,1		145	126	126,7	
top gravel (m)	182,3	154,6		142,5			124,5

THAUNG DUT III



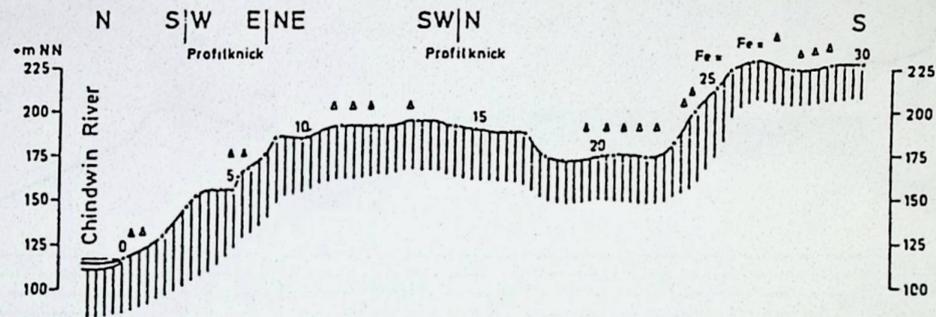
terrace	ah	T 4	ah	ah	ah	ah
top terrace	119	135	135	120,5	120,6	120,5
top gravel		177,3	129,6			121,5
						125

THAUNG DUT II



terrace	T 3	ah
top terrace		135
top gravel	146	Rest gravel T 4

THAUNG DUT IV



terrace	(T 3)	(T 1)	(T 1)	(T 2)	(T 0)
top terrace (m)	156	187	186	172	228
top gravel (m)					228

Abb. 27 Thaungdut Profillinien THAUNG DUT I-IV  
 Fig. 27 Thaungdut Traverse lines THAUNG DUT I-IV

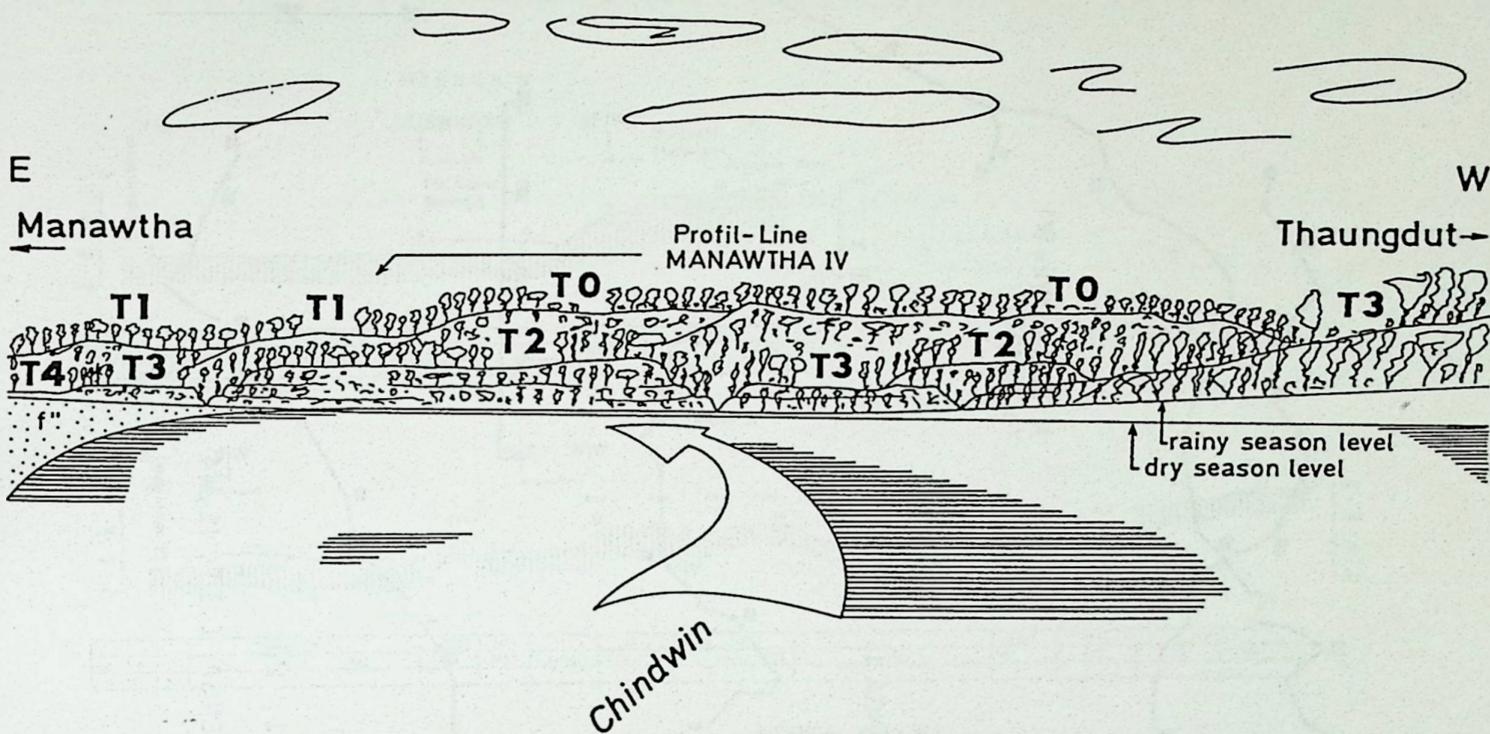


Abb.28 Flußschleife des Chindwin unterhalb Thaungdut mit Terrassenabfolge (Blick gegen Süden)

Fig.28 Bend of the Chindwin River below Thaungdut with terrace levels (looking southwards)

zur Absenkung der östlich des Flusses lagernden Sedimente geführt haben dürfte bzw. noch führt (Abb.29). Wegen dieser Störung lassen sich offensichtlich auch

die exakten NN-Höhen der Terrassenoberkanten zu beiden Seiten des Flusses nicht zur Deckung bringen.

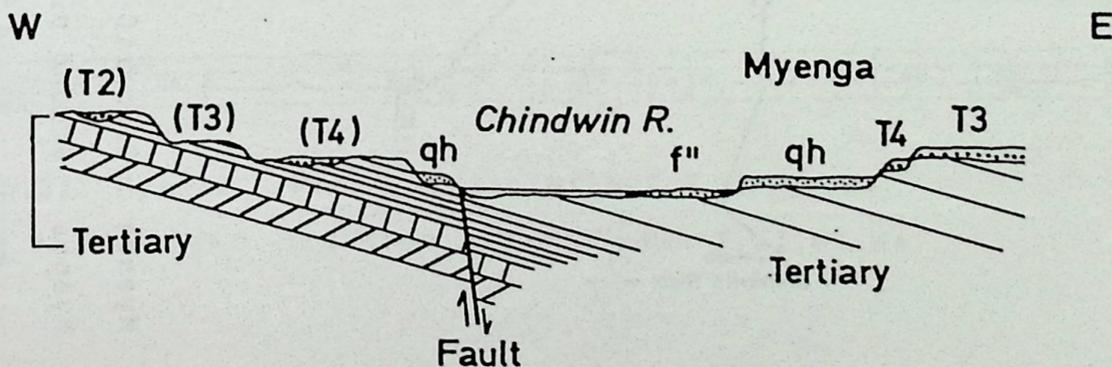


Abb.29 Geologisches Profil über den Chindwin River bei Myenga (schematisiert)

Fig.29 Vertical section across the Chindwin River in the Myenga area (schematically)

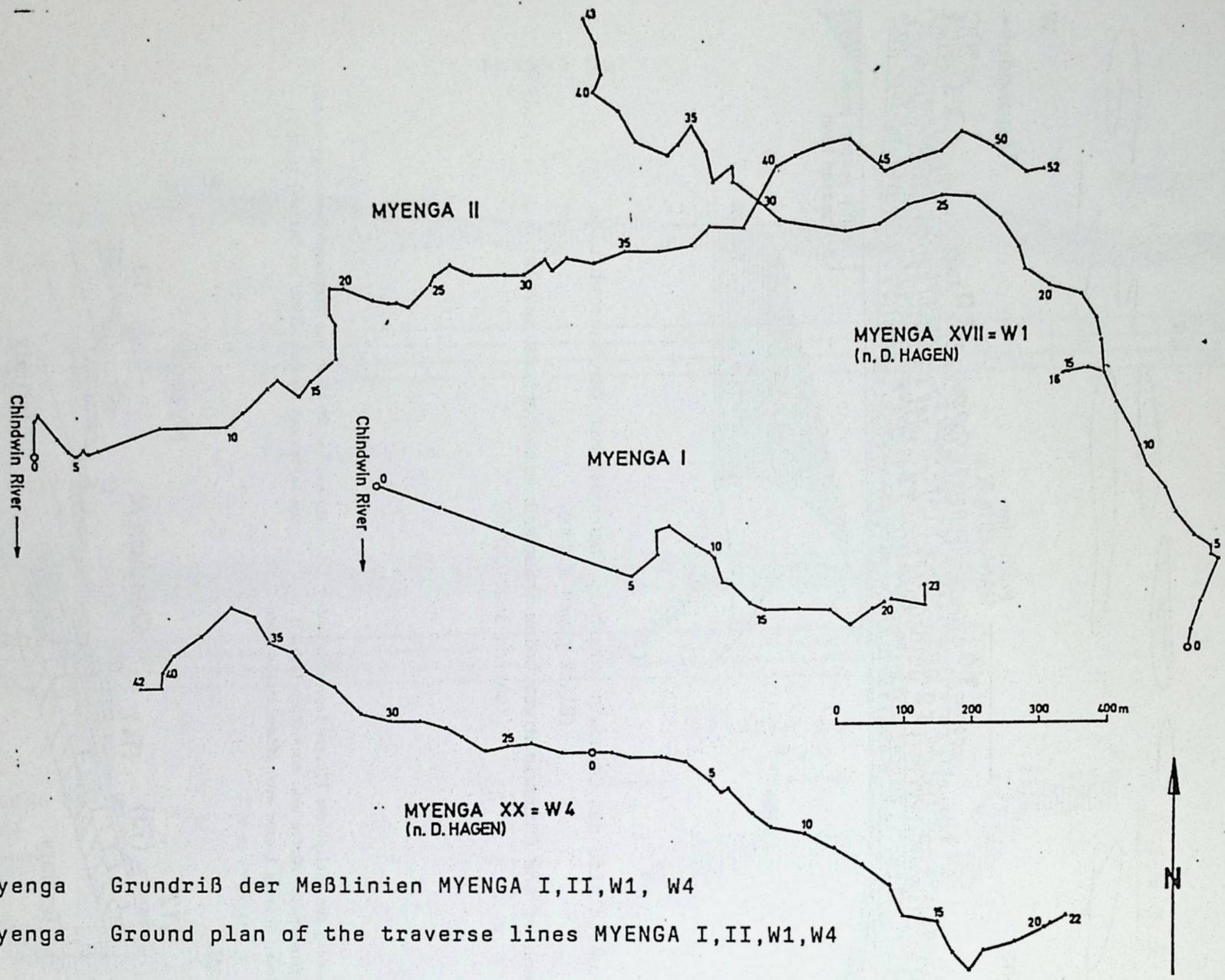


Abb.30 Myenga Grundriß der Meßlinien MYENGA I,II,W1, W4  
 Fig.30 Myenga Ground plan of the traverse lines MYENGA I,II,W1,W4



#### 4.2.11. Homalin (Abb.33,34)

Das Gebiet um Homalin mit der Einmündung des Uyu River in den Chindwin sowie die nördliche Fortsetzung des Chindwin Tales versprachen Lösungsansätze für manche Fragen. Es sollte vor allem nördlich von Homalin im Chindwin Tal wenigstens eine Profillinie aufgenommen werden, da nur mit korrespondierenden Terrassen die von Süden bis Homalin nachgewiesenen Terrassen als nach Norden fortsetzend bewiesen werden konnten.

HOMALIN I wurde vom Chindwin nach Norden bis auf die weite Verebnung des ehemaligen Flughafens von Homalin gezogen. Diese Terrassenfläche ist als T3 einzustufen.

Am Westufer des Chindwin, in Kettha, begann die Linie HOMALIN II, die neben T4 und T3 noch (T2) nachweisen konnte. Es zeigte sich, daß die Terrassenschotter von T4 nordwestlich von Kettha abschnittsweise bis zu 12 Meter mächtig werden können. Diese große T4-Mächtigkeit wird darauf zurückgeführt, daß der Strom zur T4-Zeit die Schotter wie in einem Schwemmfächer in die südlich Homalin gelegene Talfläche schüttete.

Dank des Entgegenkommens und der Hilfe des in Homalin stationierten 52. Regiments war es uns möglich, die Linien HOMALIN III und IV nördlich von Homalin, am Westufer des Chindwin, aufzunehmen.

Die Flußfahrt stromauf eröffnete dabei Einblicke in die diskordante Auflagerung der bis zu 14 Meter mächtigen T3-Terrasse auf die nach Osten bis Südosten einfallenden sandigen Tertiär-Sedimente (Tafel 4, Fig.1; Abb.32).

Intensive Weiß- und Rot-Färbung der sandigen Tertiär-Sedimente nördlich der Linie HOMALIN IV am westlichen Chindwin Ufer veranlaßte uns, aus diesen Sedimenten Proben für Schwermineral- und Ton-Analysen zu entnehmen (Proben Nr.3/56/88; 3/57/88; 3/58/88; Tafel 4, Fig.2; Tab.7).

Vergleiche zwischen dem Schwermineralspektrum der tertiären Sandsteine und dem der Terrassenkiese (Tab.15) werden weiter unten vorgenommen.

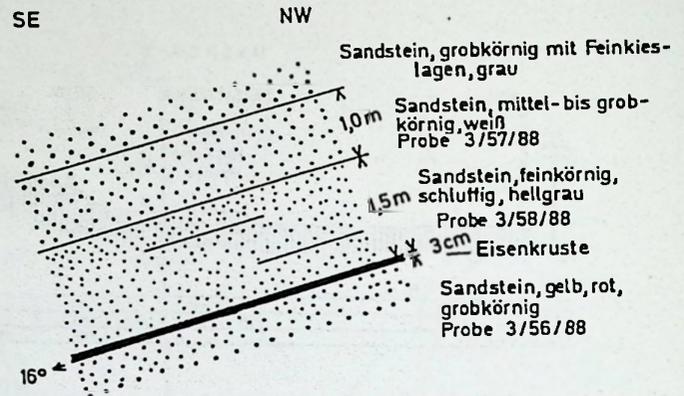


Abb.32 Geologische Situation am Probeentnahmepunkt etwa 500 m nördlich der Profillinie HOMALIN IV, am Westufer des Chindwin

Fig.32 Geological detail north of Homalin on the west bank of the Chindwin River (500 m north of traverse line HOMALIN IV) (see also Table 4, fig.2)

Die Profillinie HOMALIN III konnte alle pleistozänen Terrassenniveaus von T4 bis T0 auch nördlich von Homalin nachweisen. Auffallend war, daß auf den T0- und T1-Niveaus in den Schotterlagen gehäuft Blöcke bis zu 50 cm Durchmesser vorliegen. Das heißt, daß diese Blöcke im Zuge der T0- und T1-Schüttungen antransportiert wurden.

HOMALIN IV erbrachte mit dem Goldfeld Tapa Kon in T3 nochmals einen eindrucksvollen Aufschluß eines Goldfeldes, auf den weiter unten im Detail noch eingegangen wird. Jedenfalls beweist dieses Goldfeld, daß es auch nördlich der Uyu-Einmündung am Chindwin Gold in den Terrassenschottern gibt, wie bereits von BION (1913) vermerkt wurde.

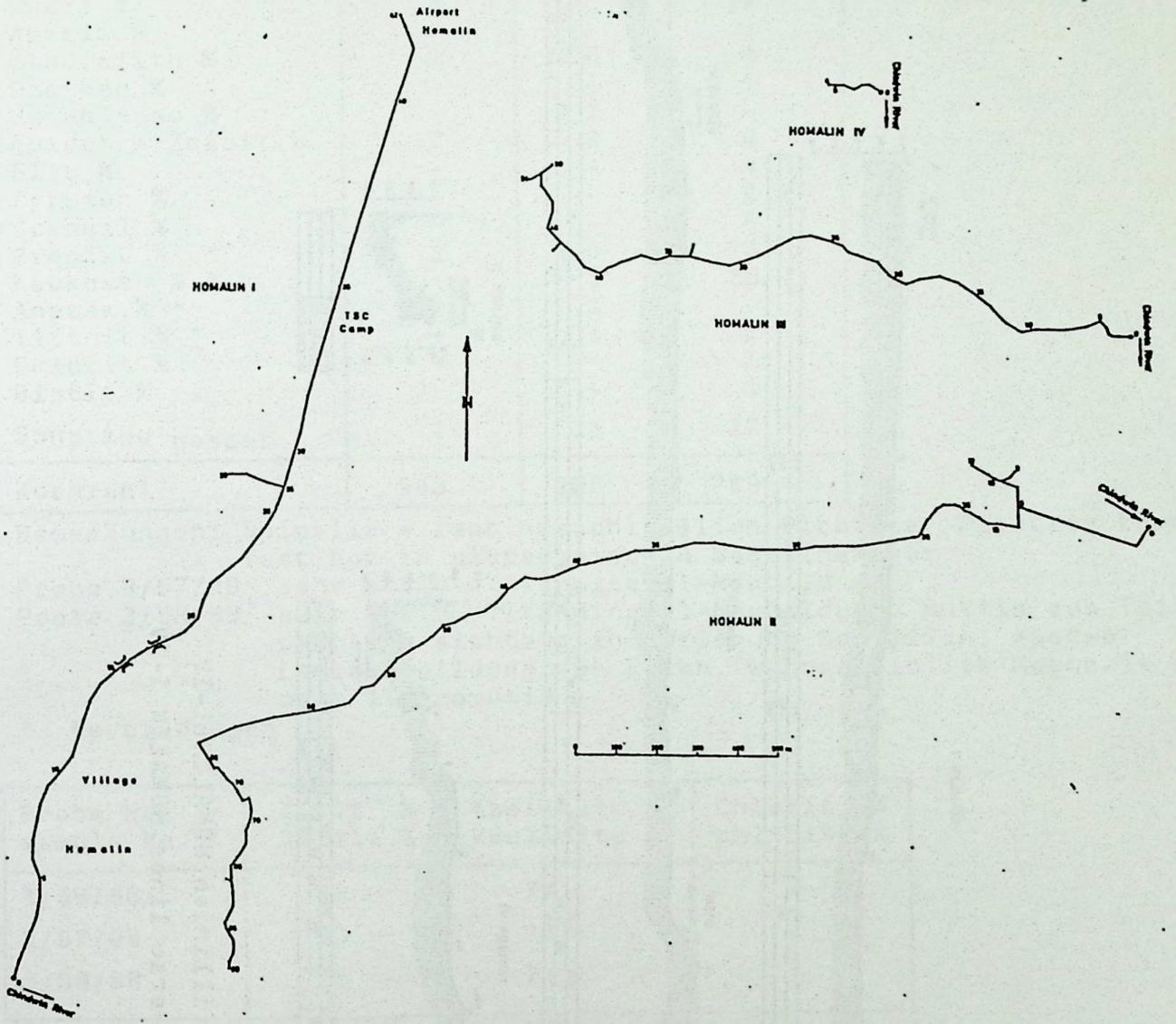


Abb.33 Homalin Grundriß der Meßlinien HOMALIN I-IV

Fig.33 Homalin Ground plan of the traverse lines HOMALIN I-IV

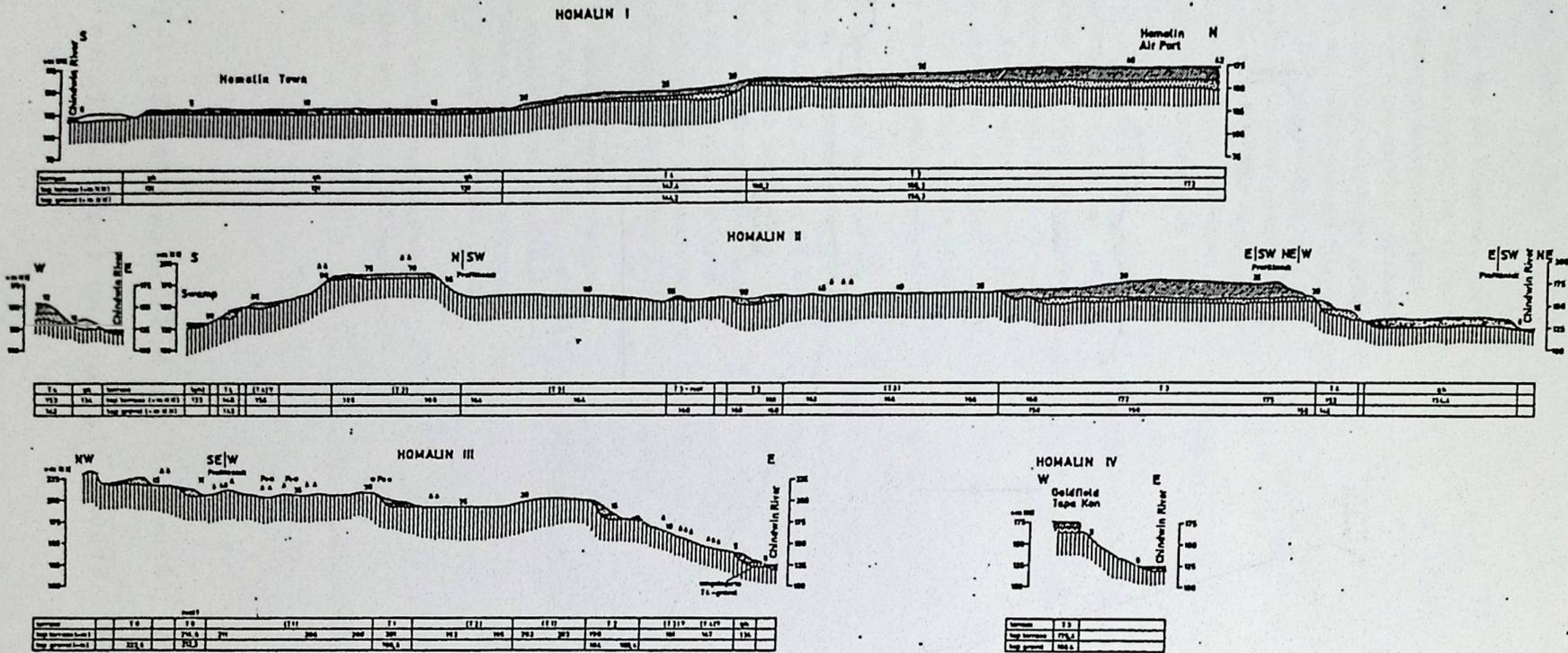


Abb.34 Homalin Profillinien HOMALIN I-IV  
 Fig.34 Homalin Traverse lines HOMALIN I-IV

Tab.7 Schwermineral- und Ton-Analysen von Tertiär-Sandsteinen.  
Nördlich Homalin, Westufer des Chindwin  
Table 7 Heavy-mineral- and clay-mineral-analysis of Tertiary-sand-  
stones. North of Homalin, west bank of the Chindwin

Schwermineralien Heavy minerals	Proben - samples		
	3/56/88	3/57/88	3/58/88
Granat %	1	-	3
Zirkon %	87	52	30
Turmalin %	1	2	1
Rutil %	6	15	14
Apatit %	-	-	1
Staurolith %	2	6	4
Disthen %	-	1	1
Hornblende %	-	1	-
Epidot + Zoisit %	2	3	4
Glas %	-	-	8
Pyroxen %	-	-	2
Spinell %	-	-	5
Brookit % *	1	15	13
Leukoxen % *	-	5	10
Anatas % *	1	1	-
Titanit % *	-	1	2
Chlorit %	-	-	1
Biotit %	-	-	1
Sonstige gesamt	1	21	27
Kornzahl	343	305	269

Bemerkungen: Spinelle = fast ausschließlich Picotite. Picotite kommen fast nur in ultrabasischen Gesteinen vor.

Probe 3/57/88 sehr aktive Titanmineral-Neubildung

Probe 3/58/88` sehr aktive Titanmineral-Neubildung, Rutil zum Teil deutlich sichtbar in Auflösung begriffen, ebenso Leukoxenbildung aus Erzen, wahrscheinlich Magnetit und/oder Ilmenorutil

\* Neubildungen

Probe Nr.: sample No.:	Illit % illite %	Kaolinit % kaolinite %	Chlorit % chlorite %
3/56/88	23	77	-
3/57/88	23	77	-
3/58/88	25	74	1

In den Proben Nr.3/57/88 und 3/58/88 Spuren von Mixed-Layer, regelmäßig

Analysen: Dr.U.Rast (Bayerisches Geologisches Landesamt, München)

2.9.1988

### 4.3. Bemerkungen zur Quartär-Gliederung und zu Entwicklungsabläufen

Das hier zu betrachtende Gebiet in Birma liegt geologisch im östlichsten Teil der Tethys, einem bis in das Miozän hinein bestehenden ausgedehnten Meer mit großer Ost-West-Erstreckung. Es erschien daher vertretbar, die weiter im Westen für den Tethys/Paratethys-Bereich chronostratigraphisch ermittelten absoluten Zeitmarken auch auf Birma zu übertragen.

Bis vor einigen Jahren neigte man auf Grund

fehlender Datierungshilfen dazu, die Basis des Quartärs bei 3-4 Mill. Jahren vor heute anzusetzen. Daraus resultierte, daß bei DE TERRA & TEILHARD DE CHARDIN (1936:822) und DE TERRA (1943) die Tatrot- und Pinjor-Stufen der Upper Siwalik Formation Indiens und die Upper Irrawaddian Beds Birmas in das Untere Pleistozän eingestuft wurden (Tab.8).

Nach Vergleichen mit den chronostratigraphisch

Tab.8 Vergleich der pleistozänen und holozänen Abfolgen mit archäologischen Daten im europäischen und asiatischen Raum

Table 8 Correlation of pleistocene and holocene stratigraphy in the European and Asian area, including archaeological data

INQUA Newsl.No.4, 1982(1): 21			DE TERRA, H. 1943		WADIA, D.N. 1951		UNGER, H.J. & MYAT HTUT		China - Cave sequence after Teilhard de CHARDIN u.a. 1941		Burma - Archaeology MOVIUS, H.L. 1943-345				
Years x1000	Epoch	Magnet. Epochs	Period	India	Burma	Epochs	Fluvial deposits of the Punjab-Hazara	Upper Chindwin District sediments, terraces							
10	HOLOZ Mittel-Jung	BRUNHES	Postglazial	T5	T5	HOLOZ.	Recent alluvium	W gh-terrace							
72			WISLIAN	T4, T3, T2	T4, T3, T2	U <sup>up</sup>	newer terraces and gravel caps	K W terrace T4 +		Upper cave ( <i>Homo sapiens</i> )		Late Anyathian			
118			SAALIAN				Loess deposits	W-K terrace T3 +		T. de CHARDIN 1940:91 "Late Pleistocene"		Late Anyathian 1			
236			HOLSTEINIAN	Terrace on Boulder Fans (T1)	Terrace on Red Boulder gravel (T1)		Older gravels and terraces	W 370 terrace T2 +		Choukoutien Locality 15		Early Anyathian			
429			ELSTERIAN					K W540 terrace T1				Early Anyathian 2			
478			CROMERIAN	Boulder Conglomerate	Uyu Boulder Conglomerate			W + K terrace T0				Early Anyathian 1			
600			MENAPIAN				unconformity								
750			Z Alt-	M A T U Y A M A	Siwaliks										
800					WAALIAN	Upper Pinjor Beds	Upper Irrawaddian Beds	PLEISTOCENE Lower	Villafranchian	Boulder conglomerate	Red loam		Choukoutien Locality 1 "Sinanthropus beds" T. de CHARDIN 1940:91 "Middle Lower Pleistocene"		
900					EBURONIAN	Upper Tatrot Beds			Upper Siwaliks		Uyu Boulder Conglomerate		Choukoutien Locality 13 T. de CHARDIN 1940:91 "Early Lower Pleistocene" first implements		
1200	TIGLIAN														
1600	P L E I S T O Z Ä N	M A T U Y A M A	unconformity												
1800			PRE-TIGLIAN												
2200															
2430															
	PLIOZÄN														

+ Stone Age implements  
K Kaltzeit - cold period; glaciation in the Himalayas  
W Warmzeit - warm period

ermittelten Daten im Westteil der Tethys/Paratethys und mit der biostratigraphischen Reichweite der Vertebraten aus der Irrawaddy Gruppe (Tab.4) sind die Tatrot- und Pinjor-Stufen Indiens und somit auch die Obere Irrawaddy Formation Birmas in das Pliozän einzuordnen.

Nach den Untersuchungsergebnissen von RÜGL & STEININGER (1983) liegt die Basis des Pliozän bei 5,4 Mill. Jahren vor heute. Die Internationale Quartär-Kommission setzte zwar die Grenze Plio-/Pleistozän bei 2,43 Mill. Jahren vor heute fest, doch folgten diesem Wert die Wissenschaftler in den angloamerikanischen Ländern nicht. Sie legten diese Grenze auf etwa 1,6-1,8 Mill. Jahre vor heute. Da dieser Wert (1,8) auch von den Paratethys-Bearbeitern als verbindlich angegeben wird, wurde für diese Arbeit die Zeitmarke von 1,8 Mill. Jahren vor heute übernommen. In jüngster Zeit ergaben absolute Zeitbestimmungen (BERGGREN et al. 1985:1415), daß die Grenze Plio-/Pleistozän wahrscheinlich endgültig um 1,6 Mill. Jahren vor heute liegt, "just above the Olduvai Normal Subchron". Dies würde dann allerdings für den Indisch-birmanischen Raum bedeuten, daß das Villafranchian zum Teil im Oberen Pliozän liegt und etwa Mitte des Unteren Pleistozän bereits endet.

Nach unseren Erkenntnissen muß zwischen dem Pliozän und dem Pleistozän eine größere Schichtlücke liegen, wie es unter anderem die weit verbreiteten und mächtigen Eisenkrusten am Top des aufgeschlossenen Tertiärs, die tektonisch verstellten tertiären Sedimente und das über weite Strecken vollständige Fehlen der Sedimente der Irrawaddy Gruppe, die mit Sicherheit ursprünglich den größten Teil des Innerbirmanischen Beckens überdeckte, nahelegen. Erst im Laufe des Unteren Pleistozän dürften dann sowohl in Indien als auch in Birma südlich des Himalaya die Boulder Konglomerate geschüttet worden sein. Daß die Schüttungen des Uyu Boulder- und des Tanai Hka-Konglomerats (Abb.36), von denen heute nur verschwindend kleine Restbestände vorliegen, einen größeren Zeitraum umfaßt haben, wird durch ihre große Mächtigkeit, ihre ausgeprägte Verlehmung und ihre Überdeckung mit zum Teil mächtigem "red loam" wahrscheinlich (CHHIBBER 1934; PASCOE 1973).

Nach dem vermutlichen Sedimentationsende der Boulder Konglomerate, etwa um 800 000 Jahre vor heute, ist wieder mit einer längeren Sedimentationsunterbrechung zu rechnen, die durch eine (weitere?) Temperaturerniedrigung und den Beginn der ersten grossen Vereisungen in den Hochlagen der Gebirge gekennzeichnet gewesen sein dürfte. Dieser Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten dürfte, vielleicht nicht so aus-

geprägt, bereits im höheren Teil des Unteren Pleistozän eingesetzt haben (Tab.9). Man ist geneigt, der Einfachheit halber von den großen 4 bis 5 Vereisungsphasen, wie sie in Europa nachgewiesen sind, auszugehen und sie, parallelisierend, weltweit anzunehmen. Daß dies in dieser Form nicht mehr zu halten ist, wird immer deutlicher. Auch in Europa lassen sich, gestützt auf differenziertere Untersuchungsmethoden, inzwischen mehrere Kalt- und Warmzeiten zusätzlich zu den bereits bekannten mit Gletschervor- und -rückzügen und entsprechenden Sedimentationsercheinungen nachweisen.

Man kann bis heute nicht sagen, wodurch Eiszeiten ausgelöst werden, lediglich die Übergänge von einer Kalt- zu einer Warmzeit und somit die Temperaturschwankungen lassen sich durch die temperaturabhängige Fraktionierung der Sauerstoffisotope  $^{16}\text{O}$  und  $^{18}\text{O}$  belegen. Der relative Gehalt des schweren Sauerstoffisotops  $^{18}\text{O}$  steigt im Meerwasser mit fallender Temperatur, was sich in den Kalkschalen der Meeresfauna abzeichnet und ermitteln läßt.

Bisher wußte man nicht, ob die Eiszeiten auf der Süd- und Nordhalbkugel der Erde gleichzeitig abliefen. Dies scheint nun bewiesen. NELSON et al. (1985) gewannen die Erkenntnis der Gleichzeitigkeit aus einem 100 m langen Bohrkern aus dem Südpazifik, der 300 km östlich der Südinself Neuseelands aus 1204 m Wassertiefe gezogen worden war. Bei der Untersuchung der  $^{18}\text{O}$ -Anteile in den Schalen der marinen Mollusken entdeckten NELSON et al. 12 Kaltzeiten innerhalb der vergangenen 750 000 Jahre. Vergleiche mit Daten der nördlichen Hemisphäre lassen auf gleiche Klimaphasen rückschließen. Als Schlußfolgerung ergab sich, daß kalte Klimaphasen keine regionalen Ereignisse sind, etwa auf die Polkappen, die Alpen, den Himalaya oder die Antarktis begrenzt, sondern immer global wirksam werden.

Welche Bedeutung haben diese Forschungsergebnisse für unsere Untersuchungen und welche Rückschlüsse erlauben sie? Wurden ursprünglich, entsprechend den großen 4 Vereisungsphasen in Europa, die analog für den Himalaya angenommen wurden, 4 Flußterrassen am Chindwin postuliert, so überraschte der Nachweis der bis jetzt ältesten und höchst gelegenen Terrasse T0 bereits. Geht man jedoch davon aus, daß bis zu 12 Kaltphasen und entsprechende Warmzeiten auch über den indisch-birmanischen Raum hinweggegangen sind, so überraschen die bis jetzt nachgewiesenen 5 pleistozänen Terrassen am Chindwin keineswegs. Man muß sogar davon ausgehen, daß sich, bei detaillierteren Aufnahmen, noch weitere Terrassen bzw. Differenzierungen in der Abfolge der quartären Sedimen-

Tab.9 Zeitliche Einstufung der Vereisungen und steinzeitlichen Kulturen in Europa und die Entwicklung der Anthropinen

Table 9 Glaciations and Stone Age cultures in Europe and the evolution of Anthropeidea  
Holozän

Jahrtausende vor Chr.	Epoche	Zeitstufe	Kulturperiode	Menschentyp
2	H O L O Z Ä N P o s t g l a z i a l	Neolithikum	Verschiedene Kulturen in Asien, Afrika und Europa	Homo sapiens sapiens
5		Mesolithikum	Campignien Azilien (End - Capsien)	Nachkommen des Cro-Magnon-Menschen
10				

Jung - Pleistozän

Jahrtausende vor Chr.	Epoche	Zeitstufe	Kulturperiode	Menschentyp
10	J U N G - P L E I S T O Z Ä N Kaltzeit (Würm I) Kaltzeit (Würm II)	Jung-Paläolithikum	Magdalenien, Capsien	Grimaldi
30			Solutréen	Cro-Magnon-Mensch
50			Alt-Capsien Aurignacien Prä-Aurignacien	"Homo sapiens" Aurignac-, Brunn-Mensch
100			Moustérien	Ngandong-Mensch Prä-sapiens-Typen Le Moustier Neandertal- und Rhodesia-Mensch
120				

Alt- und Mittel - Pleistozän

Jahrtausende vor Chr.	Epoche	Zeitstufe	Kulturperiode	Menschentyp
120	S T O Z Ä N	Mittl. Paläolithikum		Prä-Neandertal-Mensch (u.a. Saccopastore)
135				Africanthropus njaransensis
200	S T O Z Ä N	Mittl. Paläolithikum	Acheuléen	Steinheim Swanscombe
240			Levalloisien	Pithecanthropus erectus Sinanthropus pekinensis
300	S T O Z Ä N	Mittl. Paläolithikum	Chelléen oder Abbevillien	"Oldoway-Mensch" Heidelberg (Mauer)
370			Prä-Abbevillien	Archantropinen (China) Pithecanthropus robustus Modjokertensis
400	S T O Z Ä N	Mittl. Paläolithikum		
480				
500	S T O Z Ä N	Mittl. Paläolithikum		
540				
600	P L E I S T O Z Ä N	Alt-Paläolithikum		Australopithecus
700				Nach der Hominisationsphase im Pliozän verzweigt sich die Menschheitsentwicklung in Archantropinen, Paläanthropinen und Neanthropinen
800	P L E I S T O Z Ä N	Alt-Paläolithikum		
900				

verändert n. W. STEIN 1964: 12-14

te ergeben werden.

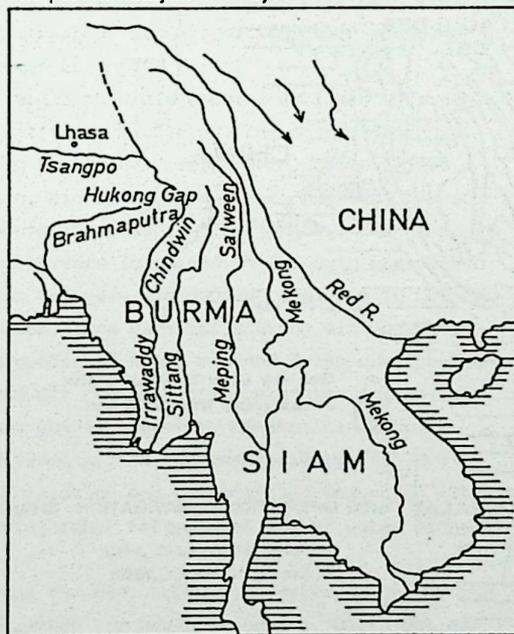
Auch im Himalaya dürften demnach also die großen Vereisungen um 800 000 Jahre vor heute begonnen haben. Inwieweit bereits die Boulder Konglomerate des Unteren Pleistozäns als Zeugen von Vereisungen angesehen werden können, muß offen bleiben. Logischer erscheint es, sie als Relikte des letzten großen Nordschubs der Indischen gegen die Eurasische Platte zu interpretieren.

CHHIBBER (1934) postulierte für die "post-Himalayan time", womit er wahrscheinlich die Zeit nach den letzten großen tektonischen Bewegungen im Himalaya meinte, ein vom heutigen Flußnetz abweichendes Gewässernetz für Südostasien (Abb.35). Dabei soll der Tsangpo Tibets, der heute über den Dihang dem Brahmaputra zufließt, über das "Hukong Gap" (dessen Lage aus CHHIBBER's Angaben nicht konkretisiert werden kann) in das Chindwin Becken gelangt sein. Diese

Annahme CHHIBBER's (1934) könnte durch größere Terrassenschotterareale am Dihang (einem südlichen Zufluß zum Brahmaputra) gegen den Chaukan Paß (=1500 feet über dem Meer) bewiesen werden, wie sie BENDER et al.(1983:Fig.22) ausweisen (Abb.36).

Andererseits könnte man allein aus den nördlichen Gebieten Birmas gegen den Himalaya zu die für die Tal- und Terrassenbildung am Chindwin nötigen Einzugsgebiete für das Wasser- und Sedimentangebot ableiten ohne den Tsangpo als Oberlauf eines altpleistozänen Chindwin bemühen zu müssen. Welche von beiden Annahmen im Endeffekt sich als die richtige herausstellen wird, läßt sich im Moment ohne detaillierte Geländearbeiten im Gebiet zwischen dem Brahmaputra Tal, dem Chaukan Paß und dem Hukawng Valley nicht sagen. Wir neigen der Annahme zu, daß bis zum Ende der Sedimentation der Irrawaddy Gruppe das Einzugsgebiet des Ur-Chindwin sicher in Tibet lag.

The post Himalayan river-system of south-east Asia



H.L.CHHIBBER 1934: Fig.6, Fig.7

The present river-system of south-east Asia

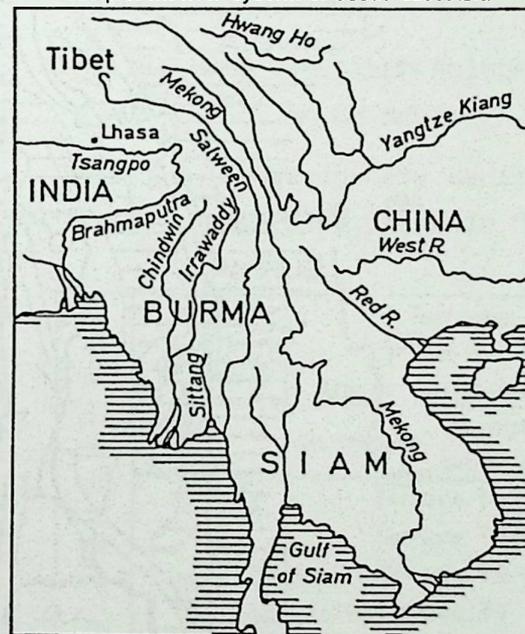


Abb.35 Die Flußsysteme Südostasiens im Plio-/Pleistozän und heute (nach CHHIBBER 1934a)

Fig.35 The river systems of south-east Asia during the plio-pleistocene time and at present (after CHHIBBER 1934a)

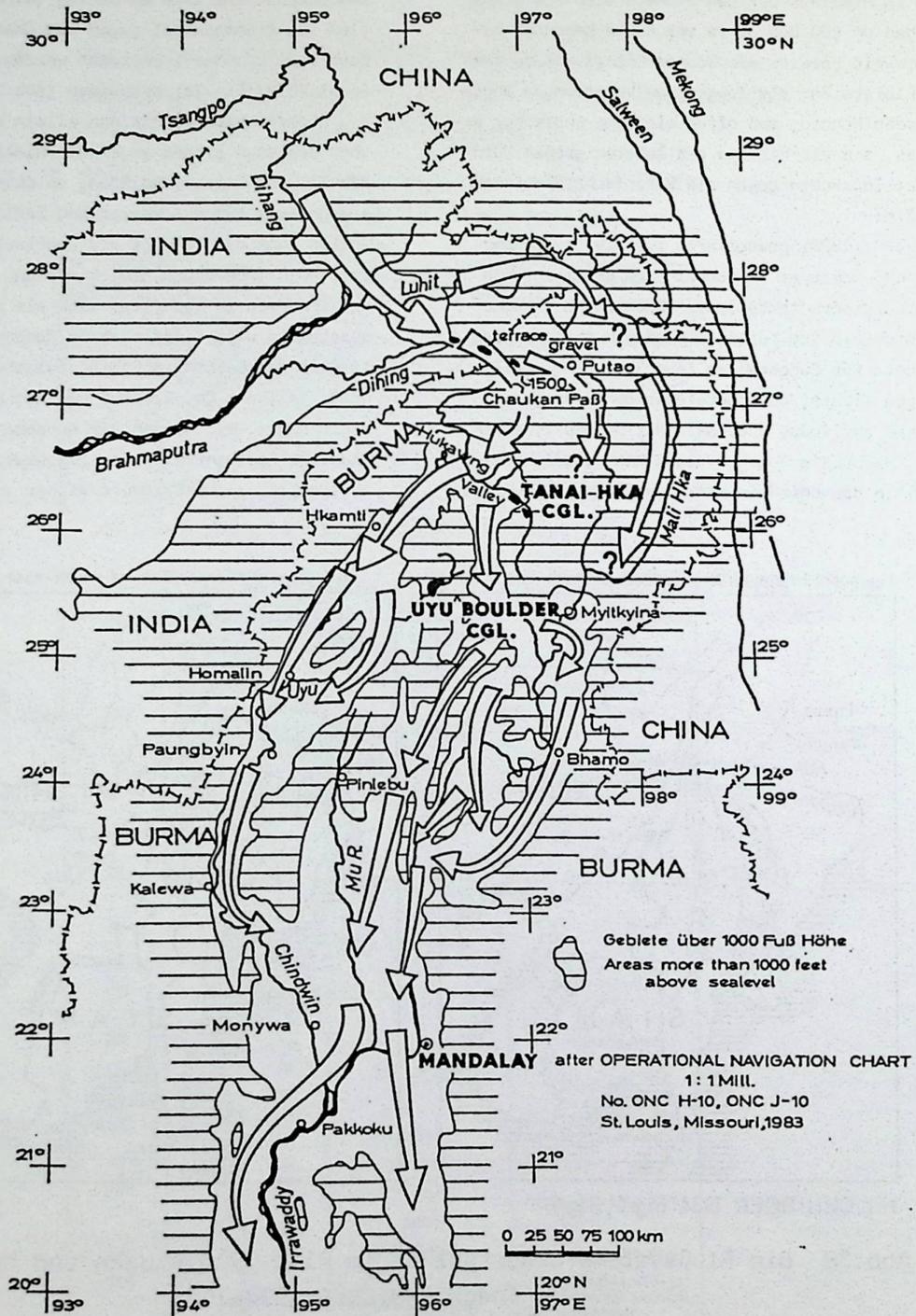


Abb.36 Das Chindwin-System im Unteren Pleistozän

Fig.36 The Chindwin-system in the Lower Pleistocene

Offensichtlich bestimmte im Unteren Pleistozän im Norden Birmas nur ein einziges Stromsystem, der Ur-Chindwin das fluviatile Geschehen. Aus der Rekonstruktion des damaligen Flußnetzes, die sich hypothetisch an der 1000 feet-Höhenlinie der heutigen Topographie orientierte, scheint sich abzuzeichnen, daß der Tsangpo sogar im Unteren Pleistozän noch über Birma nach Süden entwässerte. Im Laufe des Unteren Pleistozän dürfte sich die Fließrichtung des Tsangpo (durch letzte tektonische Bewegungen?) zum Brahmaputra hin verlagert haben. Der Chindwin wurde auf seine heutigen Quellregionen begrenzt und der Irrawaddy dürfte als selbständiges Stromsystem begonnen haben sich auszuformen (Abb.36). Nicht unberücksichtigt dürfen bei diesen Überlegungen natürlich auch die noch im Pleistozän abgelaufenen vulkanischen Äußerungen an der Vulkan-Linie in den Central Lowlands Birmas bleiben. Feststeht, daß das fluviatile Geschehen im Unteren Pleistozän offensichtlich durch einen einzigen großen Strom, nennen wir ihn Ur-Chindwin, diktiert wurde und erst ab dem Mittleren Pleistozän der Irrawaddy als eigenständiges Flußsystem zu existieren begann.

Nach Vergleichen mit anderen Gebieten wäre demnach als Basis des Mittleren Pleistozän, gleichzeitig mit dem Beginn der großen Vereisungen in den Hochländern, ein zeitlicher Ansatz bei 800 000 Jahren vor heute akzeptabel. Die bis jetzt nachgewiesenen 5 pleistozänen Terrassen am Chindwin überdecken somit einen Zeitraum von 800 000 bis etwa 10 000 Jahren vor heute. Ihre Parallelisierung mit den Perioden im europäischen Raum, mit den Daten aus dem Südpazifik und mit den bis jetzt bekannten archäologischen Daten Chinas sowie der anthropinen Entwicklung sind tabellarisch zusammengestellt (Tab.8,9). Auf die Korrelation der geologischen Sequenzen mit den archäologischen Fakten wird weiter unten eingegangen.

Das Ende des Pleistozän wird weltweit bei 10 000 bis 8 000 Jahren vor heute angesetzt. Damit ist der Beginn der Sedimentation der von uns als qh bezeichneten Terrasse in diesem Zeitraum festzulegen. Es ist dies die Zeit des Postglazials. Bei detaillierteren Aufnahmen entlang des Chindwin wird sich diese holozäne Terrasse noch zwanglos in einen älteren und wahrscheinlich mehrere jüngere Abschnitte unterteilen lassen.

Im Prinzip befinden wir uns heute noch im Holozän, und die als "Jüngste Alluvionen" bezeichneten Sedimente des heutigen Chindwin-Überflutungsbetts sind nichts anderes als aufgearbeitete und resedimentierte Ablagerungen hauptsächlich der holozänen Terrasse, aber auch der pleistozänen Terrassen, wo diese der Erosion durch den heutigen Fluß zugänglich

sind. Aus den nördlichen Einzugsgebieten des Chindwin dürften heute, im Vergleich zum Pleistozän, nur noch geringe Sedimentmengen angeliefert werden. In der Hauptsache dürfte es sich bei der heutigen Sedimentfracht des Chindwin um Material handeln, das bereits einmal im Sedimentationsgeschehen des Chindwin bewegt worden war, das heißt, daß aus dem mittleren Abschnitt des heutigen Stromes vorwiegend Material aus älteren Terrassen abtransportiert wird.

#### 4.4. Das Quartär entlang des Chindwin River

Bei den geologischen Profilaufnahmen und den Vermessungen wurden (vom jüngsten zum ältesten) neben dem "Jüngsten Alluvium (f)" eine holozäne Terrasse (qh) und 5 pleistozäne Terrassen (T4-T0) nachgewiesen (Tab.10).

Tab.10 Die quartären Ablagerungen am Chindwin

Table 10 The quaternary sediments in the Upper Chindwin District

Period	Epoch	Time (Mill.y.p.)	Terraces in the Upper Chindwin District
QUATERNARY	Holocene		qh-terrace younger part (qhj) older part (qhä)
		Late 0,01 0,12	terrace T4 <sup>x</sup> ▲ terrace T3 <sup>x</sup> ▲ terrace T2 <sup>x</sup>
	Pleistocene	Middle 0,8	terrace T1 ↓ terrace T0 ↓
		Early 18	Uyu Boulder Conglomerate

- x Stone Age implements
- ↓ with boulders (-50 cm diameter) in the terrace - gravel layers
- ▲ resedimented boulders in the Thaugdut Area

Ihre Verbreitung östlich und westlich des Chindwin unterliegt starken Schwankungen (Beilage);

W TEILHARD DE CHARDIN, P. 1938:450

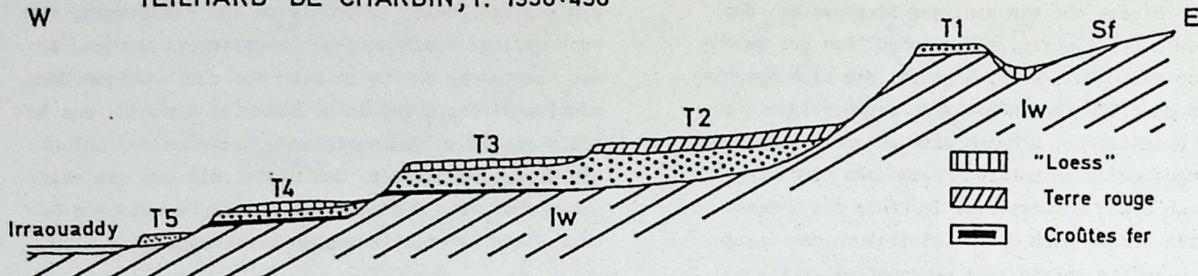


Fig. 1. — La série des terrasses de l'Irraouaddy au Sud de Mandalay. T1, lambeaux de la terrasse de 100 mètres; T2 et T3, système des hautes terrasses (40 et 30m) contenant le vieux Paléolithique. Ces terrasses reposent sur une croûte ferrugineuse, et sont recouvertes, soit par une ancienne terre rouge, soit par un dépôt "loessique" à concrétions calcaires, ce dernier probablement contemporain de T4; T4 basse terrasse pléistocène avec industrie (15m), sur croûte ferrugineuse; T5, dernière terrasse (Néolithique?); Sf, vieille surface avec foyers néolithiques; lw, Pliocène plissé ("Irraouaddien")

MOVIUS, H.L. 1943: 344

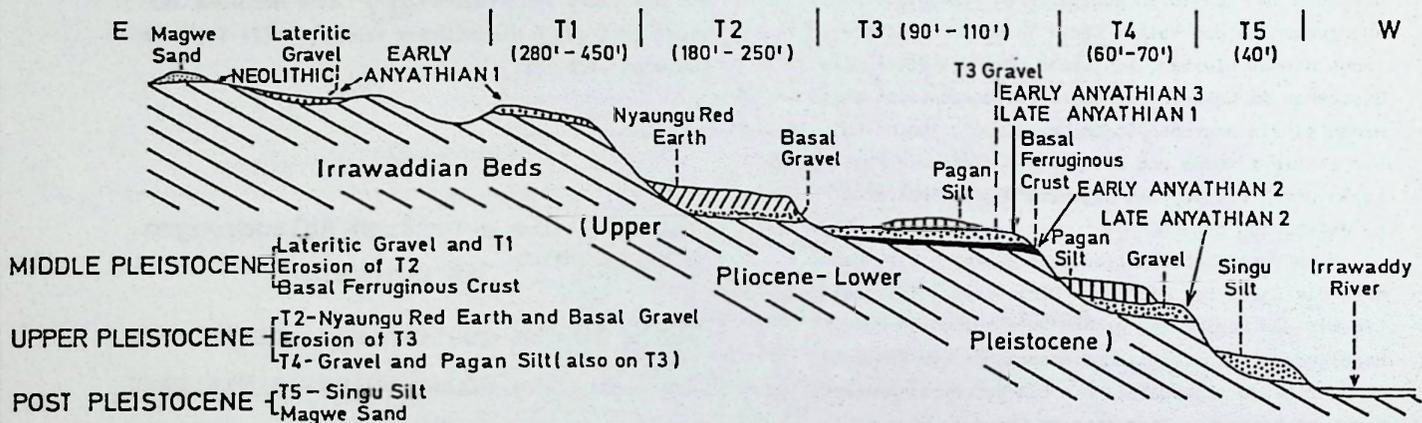


Fig. 56. Generalized Cross-Section of the Irrawaddy Valley Showing the Archaeological Horizons in Relation to the Terraces and Associated Soil Deposits. (Not to Scale.)

Abb. 37 Interpretation des Terrassenaufbaus und der Überdeckung im Irrawaddy Tal nach TEILHARD DE CHARDIN 1938 und MOVIUS 1943

Fig. 37 Interpretation of terrace succession and overburden along the Irrawaddy valley after TEILHARD DE CHARDIN 1938 and MOVIUS 1943

beispielsweise verengt sich das pleistozäne Chindwin Tal, südlich von Homalin noch eine weite Talfläche bildend, gegen Süden immer mehr, so daß südlich Paungbyin kaum noch Platz für ausgedehnte Terrassen bleibt. Diese Talverengung resultiert offensichtlich daraus, daß sich der Untergrund hob und weiter hebt, wodurch der Fluß gezwungen ist, bereits seit der T0-Zeit, sich epigenetisch einzuschneiden. Als tektonischer Auslöser für diese Hebung des Untergrundes wird das 24°N-Hoch angesehen (BENDER et al. 1983).

Die pleistozänen Terrassen unterscheiden sich in ihrem petrographischen Aufbau und Habitus grundlegend von der holozänen Terrasse.

Ein Vergleich der pleistozänen und holozänen Terrassen am Chindwin (CHHIBBER 1934a; TEILHARD DE CHARDIN 1938; DE TERRA & MOVIUS 1943 und BENDER et al. 1983) mit denen am Chindwin zeigt weitgehende Übereinstimmung der Terrassenabfolgen (Abb. 37, 38).

Das von TEILHARD DE CHARDIN (1938:450) (Abb. 37) vorgelegte Terrassenprofil am Irrawaddy südlich von

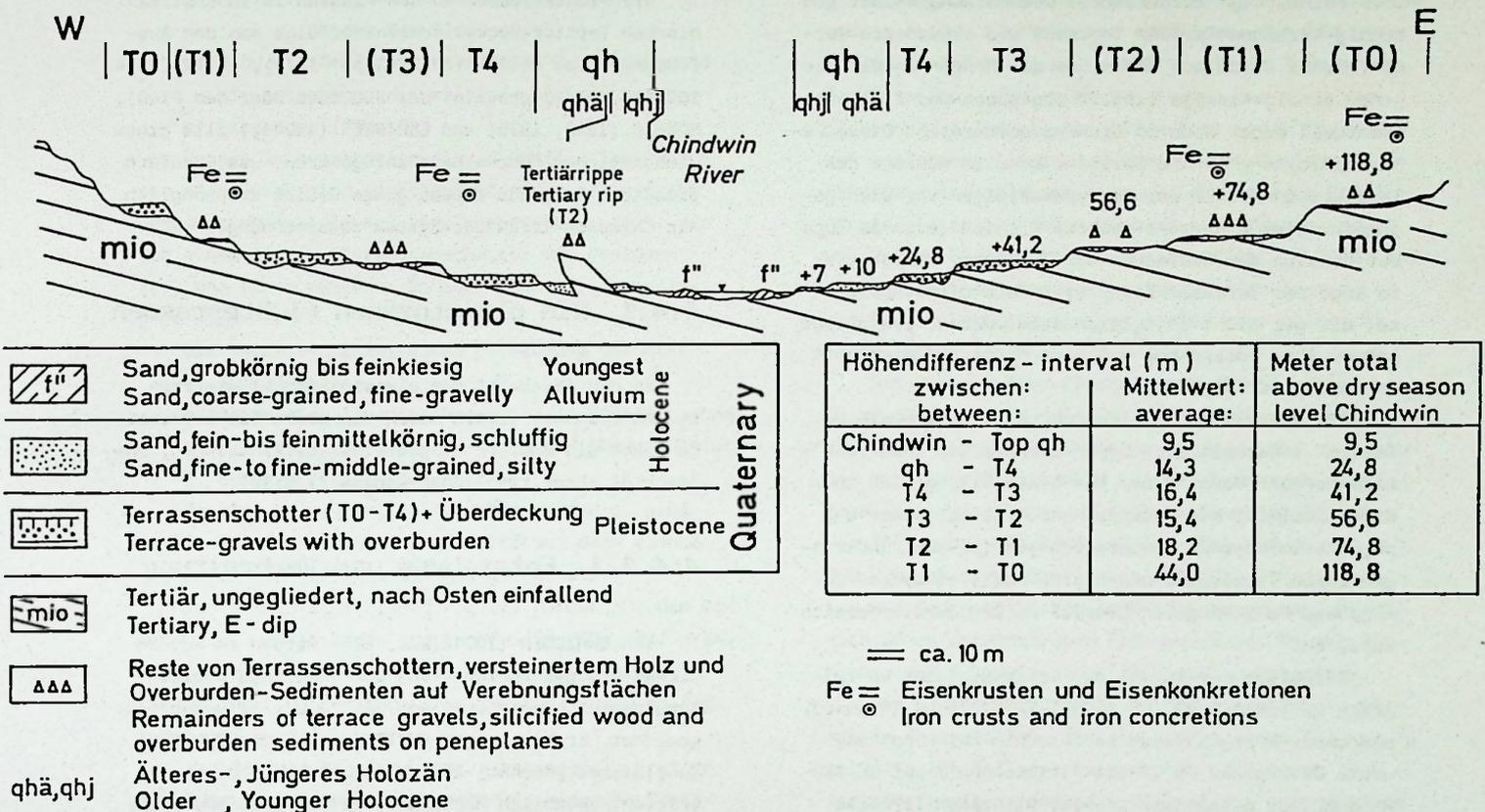


Abb.38 Ost-West-Profil über das Chindwin Tal (schematisiert)

Fig.38 East-West-Section across the Chindwin valley (schematically)

Mandalay zeigt eine Abfolge von der Terrasse T5 (holozän) bis T1, wobei aber T3 und T2 in der dargestellten Form nicht als 2 selbständige Terrassen angesprochen werden können. Die Interpretation müßte ähnlich der Darstellung von MOVIUS (1943:344; unterer Teil der Abb.37) erfolgen, das heißt der Top des unterlagernden Tertiärs müßte unter T2 höher als unter T3 liegen.

Bei TEILHARD DE CHARDIN (1938), DE TERRA & MOVIUS (1943) werden Eisenkrusten am Top des Tertiärs im Liegenden der Terrassen T4 und T3 beschrieben. Dieses im Irrawaddy Tal beobachtete Phänomen konnte am Chindwin in der geschilderten Form (eventuell mangels geeigneter Aufschlüsse?) nicht nachgewiesen werden. Demgegenüber fiel am Chindwin auf, daß überall dort, wo Verebnungsflächen im anstehenden Tertiär (also zeitgleiche Erosionsterrassen zu den Akkumulations-

terrassen) mit Resten von Terrassenschottern, versteinertem Holz und Resten von Überdeckungs-Sedimenten vorliegen, diese an ihrem Top mit bis zu 0,8 m mächtigen Fe- und Mn-Krusten und zum Teil großen Eisenkonkretionen überdeckt sind (siehe Tafel 1, Fig.2). Diese Verkrustungen und die sie begleitenden Eisenkonkretionen können über alle Terrassenniveaus verteilt auftreten, sie sind nach unseren Beobachtungen am Chindwin nicht an eine oder mehrere bestimmte Terrassen gebunden.

Die Fe-Mn-Krusten belegen, daß die sandig-kiesigen Sedimente des Tertiärs dieser Lage entweder über einen längeren Zeitraum hinweg im unmittelbaren Grundwasserbereich lagen, wobei es durch Wechsel im pH-Wert zur Ausfällung von Eisen und Mangan kam (was einer alten Grundwasserstandsmarke entspräche), oder daß ursprünglich Terrassensedimente

oder feinkörnige lateritische Überdeckungen über dem sandig-kiesigen Tertiär lagerten und abgetragen wurden. Dabei wurde das Eisen und das Mangan an das liegende sandig-kiesige Tertiär abgegeben und fiel aus, eventuell sogar auch im Grundwasserbereich. Diese Fe-Mn-Verkrustung könnte übrigens bereits während des Tertiärs innerhalb der Sedimentabfolgen vor sich gegangen sein. Erst eine spätere Erosion (etwa im Zuge der Erosion der Sedimente der Irrawaddy Gruppe oder im Zuge der Terrassenbildung) könnte diese Horizonte, die gar nicht zeitgleich sein müssen, freigelegt haben. Ihre Entstehung muß also nicht zwingend erst im Quartär erfolgt sein.

DE TERRA (1943:287) berichtet von "ferruginous layers" innerhalb der "Upper Irrawaddian sand-rock"-Abfolge. Der Vorgang der Fe-Mn-Ausfällung kann in einem Sediment bei entsprechenden klimatischen und physiko-chemischen Voraussetzungen (pH-Wert-Änderungen durch verwesende organische Reste etwa) und genügendem Fe-Mn-Angebot überall im Grundwasserbereich ablaufen.

Bezüglich der Anzahl der Terrassen gibt es zwischen DE TERRA & MOVIUS (1943) (Abb.37) am Irrawaddy und unseren Ergebnissen am Chindwin keine nennenswerten Divergenz. T5 ("Post-Pleistocene") bei DE TERRA & MOVIUS entspricht unserer holozänen Terrasse (qh), T4-T1 werden von obigen Autoren ebenfalls als pleistozäne Terrassen angesprochen. Die T0-Terrasse am Chindwin steckt mit Sicherheit bei DE TERRA & MOVIUS in deren sogenannten Lateritic gravels bzw. in den höchsten Schotter-führenden Verebnungen (1943: 301 - in Fig.25 entspricht T1 mit 330 feet über dem Irrawaddy unserer T0, T2 mit 220-240 feet über dem Fluß unserer T1 und T2 ist der unberücksichtigt gebliebene Schotterrest am Anstieg; siehe auch S.302: Fig.27; S.306:Fig.30 bei DE TERRA & MOVIUS 1943). Offensichtlich scheute sich DE TERRA, die höchsten Verebnungen mit lateritischen Schottern als eigenständige Terrasse anzusprechen.

Die von TEILHARD DE CHARDIN (1938, "Croutes fer") und DE TERRA & MOVIUS (1943, "Basal Ferruginous Crust") an der Basis ihrer T3 und T4 nachgewiesenen Eisenkrusten machten eine Interpretation erforderlich, die dem komplizierten Lagerungsbild durch mehrere zwischengeschaltete Erosionsphasen mit "pluvial"- und "interpluvial climates" gerecht zu werden versuchte.

Zum besseren Verständnis der im folgenden Kapitel vorgelegten Ausführungen dient der schematische Überblick über die Terrassenabfolge am Chindwin, wie wir sie sehen (Abb.38).

Die Flußterrassen an den Flüssen im Innerbirmanischen Tertiär-Becken scheinen, folgt man den Ausführungen von PASCOE (1912:48-54; 1973), COTTER (1914: 163-185, "older gravels" bei 300 feet über dem Fluß), MORRIS (1932, 1935) und CHHIBBER (1934a), alle einem einheitlichen Höhenschema anzugehören, was insofern plausibel ist, als dieses ganze Gebiet ursprünglich als Chindwin-Irrawaddy-System zusammenhing.

#### 4.4.1. Die pleistozänen Flußterrassen

In den Abschnitt der pleistozänen Flußterrassen am Chindwin werden neben den erwähnten 5 Terrassen auch die Boulder Konglomerate miteinbezogen, ungeachtet ihrer fraglichen Genese (Tab.10).

##### 4.4.1.1. Entstehung und Verbreitung

Von CHHIBBER (1934a:275, 276) werden im Norden Birmas das Uyu Boulder- und das Tanai Hka Boulder Konglomerat beschrieben und dem "Older Alluvium" zugeordnet. Ersteres (von CHHIBBER noch Uru Boulder Konglomerat genannt) liegt am oberen Uyu River und erreicht angeblich Mächtigkeiten bis über 300 Meter, wobei die Boulders "from a few inches to several feet" im Durchmesser erreichen können. Das Tanai Hka Boulder Konglomerat findet sich im Hukawng Valley (24°14'N, 96°59'E; 26°11', 96°58'E). Beide Konglomerate vergleicht CHHIBBER (1934a:276) mit dem Dehing Konglomerat von Mallet in Assam. Das Uyu Boulder Konglomerat soll durch tektonische Bewegungen, die demnach post Unter-Pleistozän anzusetzen wären, um 10° geneigt sein. Beide Konglomerate sind "embedded in red earth, but occasionally in sand-rock". Eine sehr detaillierte Beschreibung des Uyu Boulder Konglomerats liegt von CLEGG (in: DE TERRA 1943:303) vor, die sich auf die Geländebuchaufzeichnungen CHHIBBER's stützt. Danach setzten sich die Konglomerate aus folgenden Gesteinen zusammen: Peridotite, alle Arten von Serpentiniten (massive, Antigorite, Chrysolite, Marmolite etc.), Rhyolithe, Quarzbreccien, verschiedenfarbige Quarze und kristalline Schiefer. Kleinere Gerölle von Hämatit und Limonit werden noch erwähnt.

Folgendes typisches Profil des Uyu Boulder Konglomerates im Gebiet des Jadeabbaus beschreibt CLEGG (in: DE TERRA 1943:303) (von oben nach unten):

- a. wechselnd mächtiges Alluvium
- b. eine Lage Fein-bis Grobkies ("Kadi Kyaw"),

- c. Boulder Konglomerat mit Jadegeröllen ("Kyauk Kyaw"),
- d. Sand mit Boulders ("Thai Kyaw"), goldführend mit besseren Jadequalitäten als in c. und
- e. Liegendes ("Phah").

Unsere Interpretation dieses Profils lautet: Unter einer wechselnd mächtigen jüngsten, alluvialen Überdeckung (a.) lagert ein Terrassenkies (b.), der von einem älteren Terrassenschotter mit Bouldern (c.) und einer weiteren Boulder-Lage (d.) unterlagert wird.

Die vermutliche zeitliche Einstufung lautet:

- a. Holozän i.a.,
  - b. zeitgleich T1 oder jünger
  - c. etwa zeitgleich der T0-Terrasse
  - d. Unteres Pleistozän
- } Mittleres und  
} Oberes Pleist.

Es wäre zu prüfen, ob zwischen b. und c. eine Sedimentationsunterbrechung stattfand; dann könnte das Alter von b. exakt festgelegt werden.

Von BENDER et al. (1983:Fig.22) werden aus dem Dishing Tal, westlich des Chaukan Passes (Abb.36), größere Terrassenschotterareale beschrieben, deren Zuordnung oder petrographischer Habitus jedoch völlig unbekannt sind.

Die Boulder Konglomerate, stratigraphisch einem "Boulder-stage" zugeordnet, sind in mehreren Gebieten südlich des Himalaya (u.a. in den Upper Siwaliks Indiens) bis nach Birma nachgewiesen. DE TERRA (1943: 334, Fig.54) stellt sie als "Boulder Fan" in den oberen Abschnitt des Unteren Pleistozän, MOVIUS (1943: 345, Table 2) legt sie an die Basis des Mittleren Pleistozän, zeitgleich zu den "Lateritic Gravels" oder T1 in ein "pluvial climate", zeitgleich dem "Early Anyathian 1", einer frühen paläolithischen Periode (siehe Kap.4.4.1.4.2; Tab.8). WADIA (1951) ordnet sie nach der Fauna mit *Elephas namadicus*, *Bos*, *Equus*, *Camelus* und *Bufellus* als "Boulder-conglomerat stage" (Villafranchian) in das Untere Pleistozän ein (u.a. auch PASCOE 1973:1800, Bd.III). Die Boulder Konglomerate sollen einerseits ein Indiz für tektonische Bewegungen in Teilen des südlichen Himalaya, andererseits nach WADIA (1951 in: GANSSER 1964:Fig.17) in Kashmir zeitgleich der ersten Vergletscherung im Himalaya sein. Ob oder inwieweit diese Boulder Konglomerate Zeugen einer Vereisung im Himalaya sind, ist mangels detaillierter Untersuchungen in Birma nicht zu beantworten. Auch ist es mühsig, darüber zu spekulieren, ob sie eventuell ein zeitliches Pendant zur Flußterrasse T0 sind, so lange keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen.

Wahrscheinlicher erscheint es, wie von DE TERRA (1943:334, Fig.54) dargestellt, daß die Boulder Kon-

glomerate als eigenständige Einheit im Liegenden der ersten großen Flußterrasse auftreten. Mangels persönlicher Erfahrungen, gestützt auf die Angaben in der Literatur, die erwähnten Faunen und nach Vergleichen mit Indien, vor allem aber wegen der starken Verlehmung beispielsweise des Uyu Boulder Konglomerats entschlossen wir uns, die Boulder Konglomerate als selbständige Einheit aufzufassen und in das Untere Pleistozän einzustufen (Tab.3,4,9,10) und müssen die Beantwortung der Frage offen lassen, ob sie Zeugen tektonischer, glazialer oder beider Abläufe sind.

Die pleistozänen Flußterrassen T0 bis T4 am Chindwin entstanden als Folge der Vereisungen im Himalaya, die, in Analogie zu Europa, wohl am Beginn des Mittleren Pleistozäns, nach schwächeren Vorläufern, voll einsetzten. Übereinkunftsmäßig legt man den Beginn des Mittleren Pleistozäns auf etwa 800 000 Jahre vor heute (Tab.8,9,10). Erhöhtes Wasser- und Sedimentangebot im Norden bewirkten an den nach Süden entwässernden Flüssen dieses Raumes Erosionen und Akkumulationen fluviatilen Materials.

Die räumliche Verbreitung der einzelnen Terrassen im Chindwin Tal, wie sie sich aus der Auswertung ergab (siehe Beilage) zeigt einen nach Süden sich trichterförmig verengenden Verlauf des pleistozänen Flußtales, wobei der heutige Chindwin südlich von Homalin am westlichen Rand dieses weiten Tales läuft, während er weiter im Süden, im Trichter, durch tertiäres Hügelland mäandriert. Die weite Talfläche mit quartären Sedimenten südlich von Homalin resultiert einerseits aus der Tatsache, daß der Chindwin ursprünglich den nordöstlich von Homalin liegenden Tertiärrücken (Nwetemon Taungdan) sowohl westlich als auch östlich umfloß (Abb.36) und beide Arme sich südlich Homalin wieder vereinigten, andererseits der Fluß durch die verstärkten Hebungstendenzen des tertiären Untergrundes im Umfeld des 24°N-Hoch gebremst wurde und sich erst einen Durchbruch in Form dieses Trichters bei Paungbyin schaffen mußte. Dieser epigenetische Durchbruch ist mit einer Ursache für die geringe Verbreitung von ausgedehnten Terrassenschotterflächen im verengten Tal südlich von Paungbyin (siehe Beilage).

Die einzelnen vermessenen Profillinien westlich und östlich des Chindwin wurden ausgewertet und die für die jeweilige Terrasse ermittelte Höhenlage je Profil in Übersichtstabellen aufgelistet (Tab.11,12). Aus diesen beiden Tabellen wurde für jedes Gebiet und für jede Terrasse ein Mittelwert der Höhe über dem Meeresspiegel errechnet (Tab.13). Die Werte aus dieser Tabelle dienen als Grundlage für die Inter-

Tab.11,12 Höhen der Terrassen-und Schotteroberkanten zwischen Tatkon und Homalin (West-und Ost-Ufer des Chindwin River)

Table 11,12 Altitudes of top of terraces and gravel beds between Tatkon and Homalin (west-and east bank of Chindwin river)

H.J. UNGER & MYAT HTUT 1988

West-Bank Chindwin traverse lines S - N Terraces (Heights in m above sealevel)		TATKON VIII	TATKON IV	TATKON I	TATKON II	TATKON III	TATKON V	TATKON VI	SHWELINDA II	SHWELINDA I	YUWA I	TA - NGA I	AUKTAUNG II	AUKTAUNG III	NANSIMA II	NANSIMA I	PAUNGBYIN III	MANAWTHA I	MANAWTHA III	THAUNG DUT I	THAUNG DUT II	THAUNG DUT III	MYENGA - W4	MYENGA - W1	HOMALIN II	HOMALIN IV	HOMALIN III
		Dry season level Chindwin		-	-	88	88	88	-	95	96	96	98	103,5	105	105,2	-	107	-	112	114	116	116	116,1	117,5	118,9	124,4
qh	Without T4-gravels	89	-	96	-	103	-	104	104	105	107	110	118	-	-	122	122	123	125	126	126	127	128	130	134	-	136
	T4-gravels on the base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T4	Top Terrace	105	103	107	106	110	-	-	-	-	-	-	-	-	135	138	144	140	143	145	-	135	151	147	153	-	-
	Top Gravel	x93	x94	94	94	x95	-	-	-	-	-	-	-	-	x129	130	x135	x136	137	141	x137	x130	141,9	134,7	146	-	-
	(T4) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	117	130	129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	147
T3	Top Terrace	115	116	121	-	123	-	134	-	-	-	-	-	140	148	140	154	153	158	161	-	-	-	167	175	176	-
	Top Gravel	x104	x105	106	-	x109	-	121	-	-	-	-	-	x136	136	x137	x144	145	148	154	-	-	-	162,7	159	166	-
	(T3) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	-	-	-	-	-	-	-	136	137	-	145	137	-	-	-	-	-	-	-	-	158	-	-	-	161
T2	Top Terrace	-	-	139	-	131	-	156	-	-	-	-	-	175	166	176	-	-	169	-	-	-	-	-	-	-	198
	Top Gravel	-	-	124	-	125	132	144	-	-	-	-	-	x154	x158	x162	-	-	165	-	-	-	-	177	-	-	184
	(T2) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	-	-	-	-	-	-	-	154	158	156	159	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176	188	-	-
T1	Top Terrace	-	-	161	-	-	-	164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	190	-	-	-	-	-	-	-
	Top Gravel	-	-	x155	-	-	-	155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	182	-	-	-	-	-	-	-
	(T1) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	149	-	-	-	-	165	169	170	184	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	189	-	-	208
T0	Top Terrace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Top Gravel	-	-	-	-	-	-	206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236	-	-	-	-	-	-	-	-223
	(T0) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	-	-	-	-	-	-	208	-	-	-	233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220	-	-	-	-

x Goldfield in this terrace + reduzierte Top-Höhe der Schotter (erodiert) - altitude of reduced top of gravel bed (eroded)  
Profile MYENGA-W1 and MYENGA-W4 after D. HAGEN 1988

East-Bank Chindwin traverse lines S → N Terraces (Heights in m above sealevel)		TATKON VIII	TATKON IX	SHWELINDA III	YUWA II	TA - NGA II	AUKTAUNG I	PAUNGBYIN II	PAUNGBYIN IV	MANAWTHA II	THAUNG DUT IV	MYENGA II	MYENGA I	HOMALIN I
		Dry season level Chindwin		88	91	96	98	103,5	105	108,2	-	112,4	117	117,5
qh	without T4-gravels	97,5	102	105	108	114	115	123	-	126	-	128	130	131
	T4-gravels on the base	-	-	-	-	113	-	-	-	-	-	-	-	-
T4	Top Terrace	-	-	-	-	123	-	140	-	139	-	-	148	147,4
	Top Gravel	-	-	-	-	x113	-	130	-	136	-	-	x143	144,2
	(T4) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	-	-	113	-	121	-	-	-	-	145	-	-
T3	Top Terrace	118	-	123	-	-	-	-	-	155	-	-	168	165
	Top Gravel	109,4	-	x115	-	x138	-	-	-	145	-	-	x163	156,3
	(T3) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	121	-	138	-	-	-	150	-	156	165	-	-
T2	Top Terrace	131	-	-	-	159	-	162	-	160	-	-	-	-
	Top Gravel	125	-	-	-	149	-	158	-	156	-	-	-	-
	(T2) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	134	137	149	-	-	-	160	-	172	-	-	-
T1	Top Terrace	153	-	166	-	-	-	178	-	-	-	-	-	-
	Top Gravel	144	-	x155	-	-	-	168	-	-	-	-	-	-
	(T1) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	149	-	170	-	-	-	177	-	185	-	-	-
T0	Top Terrace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Top Gravel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(T0) Peneplane with gravels Peneplane without gravels	-	-	-	-	-	-	-	-	228	-	-	-	-

x Goldfield in this terrace

Tab.13 Geländehöhen der Oberkante der einzelnen Terrassen zwischen  
Tatkon und Homalin am Chindwin River (Mittelwerte)

Table 13 Altitudes of top terraces between Tatkon and Homalin  
in the Upper Chindwin District (averaging)

Profil-Linie traverse line	qh		T4		T3		T2		T1		T0			
	+m NN	feet	+m NN <sup>1)</sup>	feet	+m NN <sup>2)</sup>	feet								
TATKON	103	337	110	360	121	396	131	429	161	528	206	675	220	721
SHWELINDA	104	341	115	377	130	426	142	465	166	544	208	682	222	728
YUWA	107	350	117	385	132	433	147	482	168	551	210	688	224	734
TA-NGA	110	360	123	403	138	452	159	521	170	557	214	701	227	744
AUKTAUNG	118	387	128	420	140	459	162	531	172	564	218	715	232	760
NANSIMA	122	400	136	446	148	485	166	544	175	574	223	731	237	777
PAUNGBYIN	123	403	140	459	154	505	167	547	178	583	228	747	243	797
MANAWTHA	125	410	140	459	158	518	169	554	190	623	235	770	250	820
THAUNG DUT	126	413	144	472	161	528	172	564	190	623	237	777	252	826
TONHE	128	419	145	475	165	541	178	583	197	646	240	787	256	839
MYENGA	130	426	148	485	168	551	182	597	201	659	246	806	260	852
HOMALIN I, II	134	439	153	501	175	574	195	639	215	705	257	842	270	885
HOMALIN III	136	446	155	508	177	580	198	649	217	711	260	852	272	892

Durchschnittswerte für den Top (einschließlich overburden) der jeweiligen Terrasse; ermittelt aus mehreren Profilen

166 gemessener Wert  
166 interpretierter Wert

T0 {<sup>1)</sup> Top gravel (ohne Überdeckung)  
{<sup>2)</sup> Top terrace (mit Überdeckung)

Average of top of terraces (including overburden), calculated from data of several traverse lines

166 measured  
166 interpreted

T0 {<sup>1)</sup> top gravel (without overburden)  
{<sup>2)</sup> top gravel (with overburden)

pretation der Terrassen in der topographischen Karte 1:50 000. Mit diesen Werten konnte eine generalisierte Übersicht über die flächenmäßige Verteilung der Terrassen im Gebiet zwischen Tatkon und Homalin erstellt werden (Beilage).

Mit den Werten aus diesen Tabellen war es außerdem möglich, ein Nord-Süd-Profil über die Terrassen- und Schotteroberkanten zwischen Tatkon und Homalin anzufertigen, um eine Kontrolle für die Richtigkeit der jeweils angesprochenen Terrasse zu erhalten (Abb.39). Aus diesem Profil läßt sich Folgendes ablesen: Südlich des 24°N-Hoch (südlich Ta-nga) scheint sich der Untergrund ab der T2-Zeit verstärkt abgesenkt zu haben. Zwischen den Terrassen T1 und T0 könnte noch ein bis jetzt nicht entdecktes Terrassenniveau liegen.

Die ursprünglich von den einzelnen Terrassen überdeckten Talflächen und ihre heutige Verbreitung werden bei der Besprechung der einzelnen Terrassen

ausgewiesen. Bei der maximalen Fläche des sich ab dem Mittleren Pleistozän abzeichnenden heutigen Chindwin Tales von etwa 8930 qkm, die von den Fluten der T0-Schüttung überschwemmt und geprägt worden war, handelt es sich nur zum Teil um Überdeckung mit Akkumulationsterrassen. Große Teile des Tales unterlagen der Erosion. Wahrscheinlich hat man sich diesen Vorgang folgendermaßen vorzustellen: nachdem die Terrassensedimente abgelagert waren, trat noch während der Hochwasserführung in vielen Bereichen bereits wieder Erosion ein, was dazu führte, daß heute auf Verebnungsflächen, die als zeitgleich zu Akkumulationsterrassen einzustufen sind, sich Reste von Schottern, verkieseltem Holz und von feinkörnigen Überdeckungs-Sedimenten finden.

Jede der T0-Schüttung folgende Flutwelle räumte weitere Teile des Tales aus und legte die Basis tiefer in das anstehende Tertiär im Liegenden, das sich in langsamer Hebung befand. Durch diese dauernde

H.J. UNGER & MYAT HTUT 1988

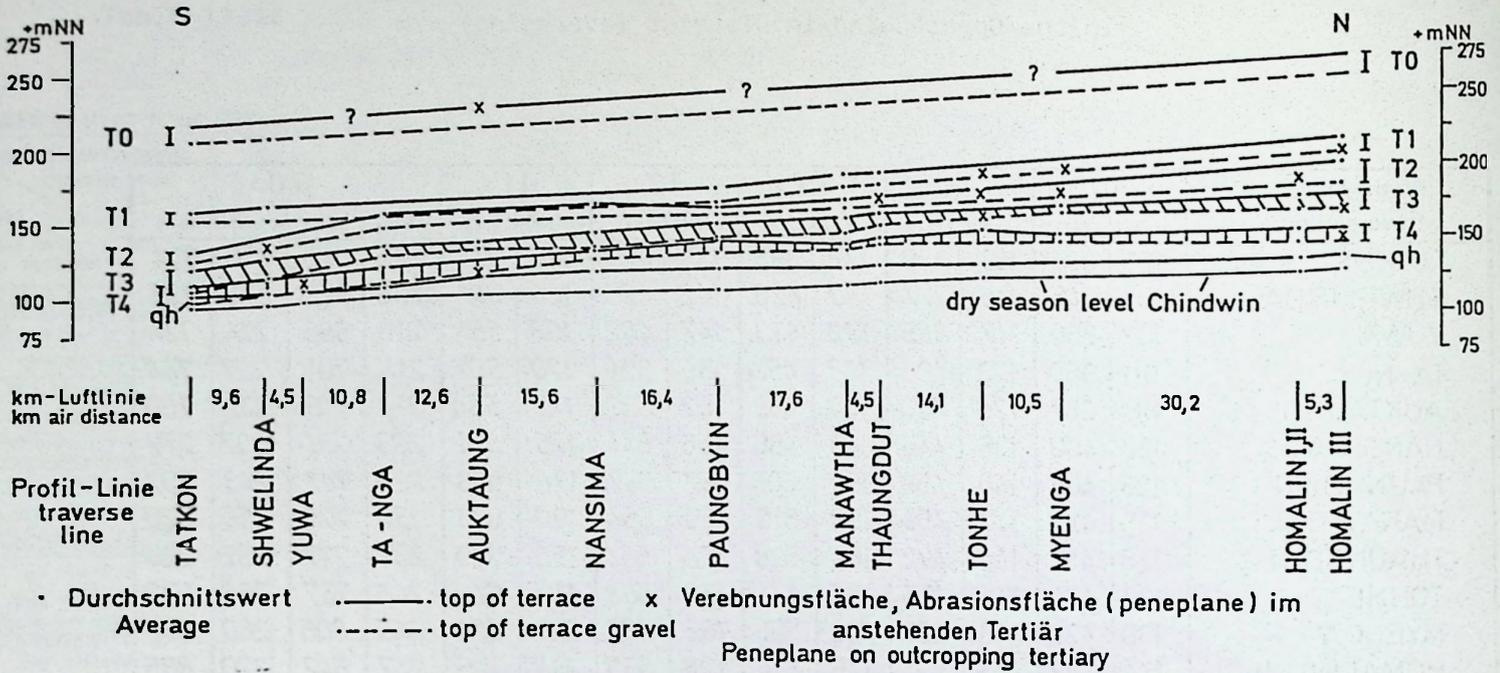


Abb.39 Nord-Süd-Profil der Terrassen T0 bis qh (Terrassen- und Schotteroberkanten) zwischen Tatkon und Homalin

Fig.39 North-south profile of terraces T0 to qh (top of terraces and top of terrace gravel) between Tatkon and Homalin

Hebung des tertiären Untergrundes in einzelnen Abschnitten des Tales verkomplizierte sich natürlich das Schüttungs- und Sedimentationsgeschehen erheblich. Die unterschiedliche Härte (resp. Erodierbarkeit) der tertiären Sedimente und ein wahrscheinlich über längere Zeit zu geringes Wasserangebot führten dazu, daß im pleistozänen Tal zunehmend harte Gesteinsschichten des Tertiärs als Rippen stehen blieben, die der Fluß nicht abtragen konnte. Sie beeinflussten das fluviatile und sedimentäre Geschehen mit fortschreitendem Pleistozän in zunehmendem Maße (siehe auch Kap.5).

#### 4.4.1.2. Petrographischer Aufbau der pleistozänen Terrassen

Eine Standardabfolge des petrographischen Aufbaus der pleistozänen Terrassen gibt es nicht. Im allgemeinen läßt sich eine Terrasse in zwei Abschnit-

te gliedern: einen grobklastischen Teil im unteren und einen feinkörnigen Teil, der als Overburden bezeichnet wird, im oberen Abschnitt der Abfolge.

#### 4.4.1.2.1. Grobklastische Sedimente

Petrographisch handelt es sich dabei um Mittel- bis Grobsande, Fein- bis Grobkiese (-6 cm Ø), Gerölle und Schotter (-20 cm Ø) und Boulder (Gerölle über 20 cm Durchmesser). Grobsandige Fein- bis Grobkiese sind etwa mit 80% anteilig am Aufbau dieses unteren Abschnitts beteiligt, Gerölle und Schotter mit etwa 15-20% und Boulder mit etwa 5%.

Die Farbe dieser grobkörnigen Sedimente ist im frischen Anriß grau, wechselt unter Einfluß der Atmosphärien sehr schnell zu einem grauen Eisenbraun. Besonders auffällig erfolgt dieser Farbwechsel bei bestimmten, quarzitisches gebundenen Sandsteinen (wahr-

scheinlich oligozänen Alters), die sich im Aufschluß sehr schnell mit einer braunen Kruste überziehen, angeblich innerhalb eines Jahres.

Die Mächtigkeit dieser sandigen Kies-Schotterlagen schwankt zwischen 2-12 Metern. Erfahrungsgemäß unterliegen diese Terrassenschotter auf engstem Raume großen Mächtigkeitsschwankungen. Die größten Mächtigkeiten dieser Schotter wurden mit 12 Metern nordwestlich von Kettha (Westufer des Chindwin bei Homalin) in der Terrasse T4 registriert. Diese Mächtigkeit stellt eine Ausnahme dar. Sie wird auf einen Schwemmfächer-Effekt aus dem Chindwin Tal im Norden in die weite Talverebnung südlich von Homalin zurückgeführt (siehe Beilage). Im Schnitt liegen die Mächtigkeiten der grobklastischen Sedimentabfolgen zwischen 3 bis maximal 6 Metern.

Die Terrassenschotter lagern diskordant, unsortiert, mit zum Teil chaotischen Schüttungsbildern, wie sie durch Sturzfluten erzeugt werden, über den im Chindwin Tal gegen Osten einfallenden Sedimenten des Tertiärs. Im Profilaufbau läßt sich keine geordnete Abfolge etwa vom Gröberen zum Feineren erkennen: Sowohl grobsandige Fein- bis Mittelkiese als auch sandig-grobkiesige Schotter können direkt dem Tertiär auflagern, wobei der Top des Tertiärs selten erkennbare Veränderungen zeigt, die auf eine längere Sedimentationsunterbrechung deuten (Tafel 5, Fig. 1,2). Offensichtlich erfolgte nach der erosiven Eintiefung in das Tertiär in diesen Abschnitten sofort die Sedimentation der Grobklastika.

Vereinzelt lassen sich an Aufschlußwänden, die bereits länger dem Einfluß der Atmosphärien ausgesetzt waren, neben den erwähnten farblichen Veränderungen auch lagenweise Verfestigungen der Sande, Kiese und Schotter durch Eisen und Mangan beobachten (Tafel 5, Fig.3).

Die Terrassenschotterlagen können sowohl ausschließlich von Schottern und Bouldern mit grobsandigem Zwischenmittel aufgebaut werden wie beispielsweise in T3 der Linie TA-NGA II (Tafel 6, Fig.1) als auch wie in SHWELINDA III als grobsandiger Fein- bis Mittelkies mit regellos eingestreuten Schottern in T3 vorliegen (Tafel 5, Fig.4).

Nördlich von Homalin im Profil HOMALIN III fiel auf, daß in den Terrassen T1 und T2 überdurchschnittlich viele Boulder (bis 50 cm  $\varnothing$ ) auftraten; dasselbe ließ sich auf der T0-Verebnung der Linie MANAWTHA III beobachten. Andererseits fanden sich in den Terrassen T3 und T4 der Linien MANAWTHA I und II eine über 5% liegende Anzahl von Bouldern. Es wird vermutet, daß diese großdimensionierten Blöcke und Gerölle ursprünglich in den älteren pleistozänen Ter-

rassen (T0 bis T2) lagerten und in die jüngeren Terrassen umgelagert wurden.

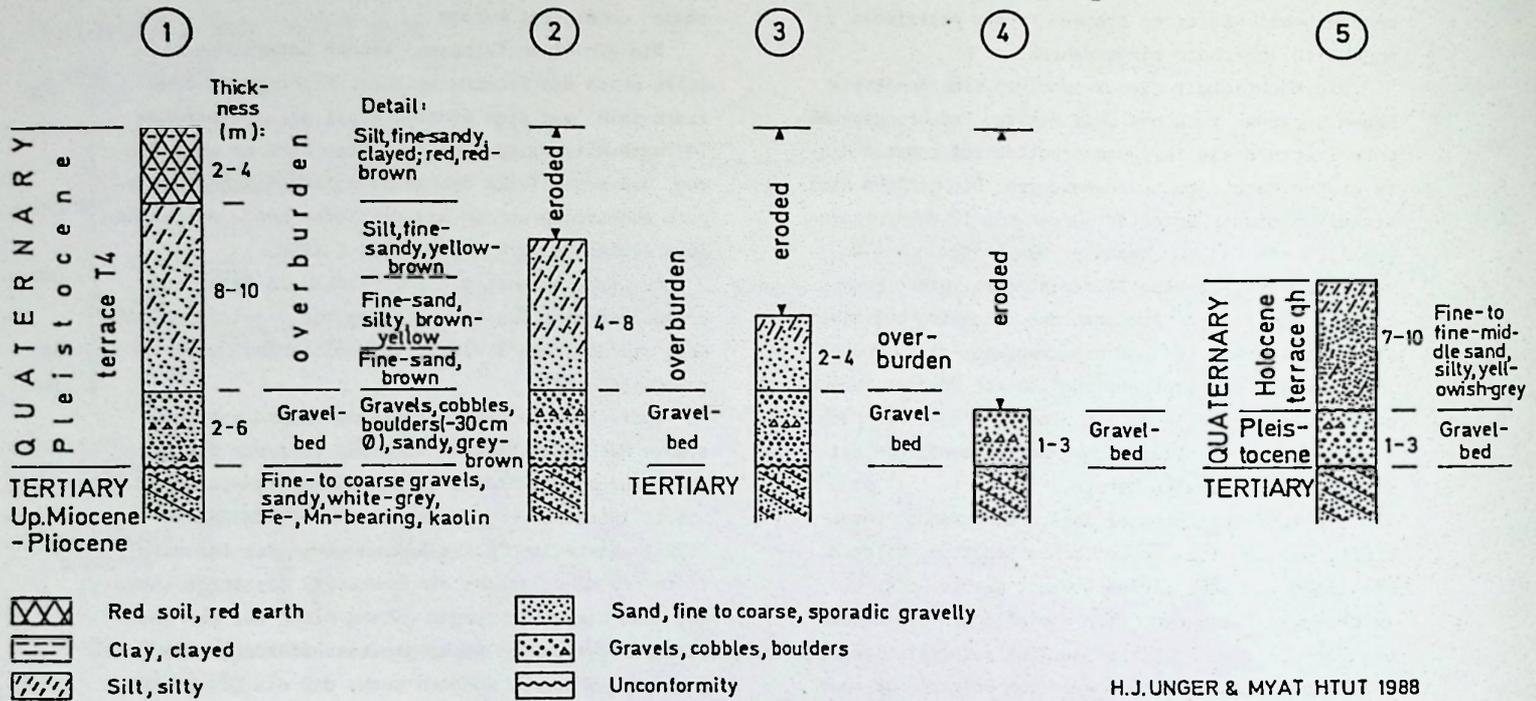
Die einzelnen Terrassen können unterschiedlich stark durch die Erosion in ihrer Mächtigkeit reduziert sein, was sich eindrucksvoll an der Terrasse T4 nachweisen ließ (Abb.40). Dies kann so weit führen, daß sogar Teile des ursprünglichen Schotterkörpers abgetragen wurden und die Reste heute durch jüngere Sedimente (z.B. qh) überdeckt sind.

Es würde zu weit führen, Profile im Detail zu erläutern; eine Zusammenstellung mit einem Überblick über die mögliche Vielfalt im Profilaufbau wird vorgelegt (Abb.41).

Auffallend an den Terrassenschottern war ihre starke Mächtigkeitsschwankung auf kürzeste Distanz. Diese durch Aufschlüsse in den Bacheinschnitten vermutete Tatsache wurde durch die von K.ZIMMERMANN (1988) abgeteufte Banka-Bohrungen in der Terrasse T4 in der Nähe Tatkons eindrucksvoll bestätigt (Abb. 42). Mit diesen Bohrungen gelang nicht nur der Nachweis der vermuteten Mächtigkeitsschwankungen der Terrassenschotter, sondern auch, daß die Oberkante des Tertiärs starken Schwankungen in ihrer Lage unter Geländeoberkante unterworfen ist.

Die petrographische Zusammensetzung des Geröllbestandes (Fraktion ca.50 mm, im Gelände ausgezählt) der Terrassenschotter aus 3 Beprobungen deckt sich in ihrer prozentualen Zusammensetzung weitgehend mit den von HAGEN & AUNG CHO (1987) ermittelten Werten (Tab.14). Aus diesen 3 Proben, die keinen repräsentativen Überblick über die Terrassenschotter-Zusammensetzung vermitteln, weiterreichende Rückschlüsse auf Einzugsgebiete des geschütteten Materials zu ziehen, erscheint uns als nicht sinnvoll, vor allem, da man die genauen geologischen Verhältnisse weder im Norden Birmas noch etwa den Bereich um den Vulkan Taung Thonlon am Ostrand des pleistozänen Chindwin Tales kennt.

Im Geröllbestand der Terrassenschotter fielen besonders graue Quarzite bzw. quarzitisches gebundene Sandsteine auf, deren Oberfläche bis zu 2 cm tief durch Eisen braun verfärbt ist (in Tab.14: Quarzit, hellgrau, bräunlich). Sie können als Grobkiese, Schotter und Boulder vorliegen. Von einem dieser Quarzitgerölle aus der Terrasse T4 des Goldfeldes Hwepugon bei Thaungdut (THAUNG DUT III) wurden zwei Dünnschliffe angefertigt. Folgendes ergab die Untersuchung durch H.C.EINFALT: "Es liegt ein mittelkörniger, diagenetisch verfestigter, quarzitischer Sandstein mit schwach erkennbarer Schichtung vor, der zu ca.95% aus schwach gerundeten Quarzkörnern mit gelegentlichen nadelförmigen Rutileinschlüssen



H.J. UNGER & MYAT HTUT 1988

Abb.40 Die pleistozäne Terrasse T4, unterschiedlich stark erodiert. Lagerung der T4-Schotter an der Basis der holozänen Terrasse als Erosionsreste

Fig.40 Pleistocene terrace T4 in different stages of erosion. T4-gravels at the base of holocene terrace are remnants after erosion

sowie etwa 5% Opak-Mineralen (überwiegend als Durchstäubung in ursprünglichen Kornwickeln, daneben mit massiv-rechteckigen, leicht gerundeten Körnern von Magnetit) und wenig Zirkon besteht. Die einzelnen Quarzkörner sind von sekundärem Quarz in optischer Kontinuität überwachsen, der zusammen mit dem fleckenförmigen Eisenoxid den Zement bildet".

Auch bei diesem Gestein, das zum Teil in größerer Stückzahl am petrographischen Geröllbestand der Terrassenschotter beteiligt ist, macht sich der Mangel an detaillierten Kenntnissen der Gesteine im Norden Birmas bemerkbar. In der Literatur werden zwar im nördlich an Birma anschließenden Teil des Himalaya (Dafla-, Miri-, Abor-, Mishmi Hills) und auch aus den Naga Hills eine größere Anzahl von Sandsteinen und quarzitisches gebundenen Sandsteinen beschrieben (PASCOE 1973:1808-1809, Bd.II), die im "Boulder

stage" als Gerölle vertreten sind, doch ist es unmöglich, allein aus der Beschreibung irgendwelche Parallelen mit Beweiskraft zu finden.

In den rezenten Sedimenten des Chindwin und in den Schottern der "High terrace" nördlich von Homa-lin fanden HAGEN & AUNG CHO (1987:Appendix IV, B-2) 0,3-0,5% ultrabasische Gesteine, aus einem Tertiär-Konglomerat bei Thaugdut beschreiben sie 7-9% ultrabasische Gesteine (HAGEN & AUNG CHO 1987:Appendix IV, A-1).

Aus Terrassenschottern unterschiedlicher Niveaus wurden Kies- und Sandproben zur Schwermineralbestimmung entnommen. Ziel war es, zu untersuchen, ob einzelne Terrassen sich eventuell durch ein charakteristisches Schwermineralspektrum abheben und somit eine Terrassenzuordnung auf analytischem Wege möglich wäre (Tab.15). Die Proben wurden in Rangoon

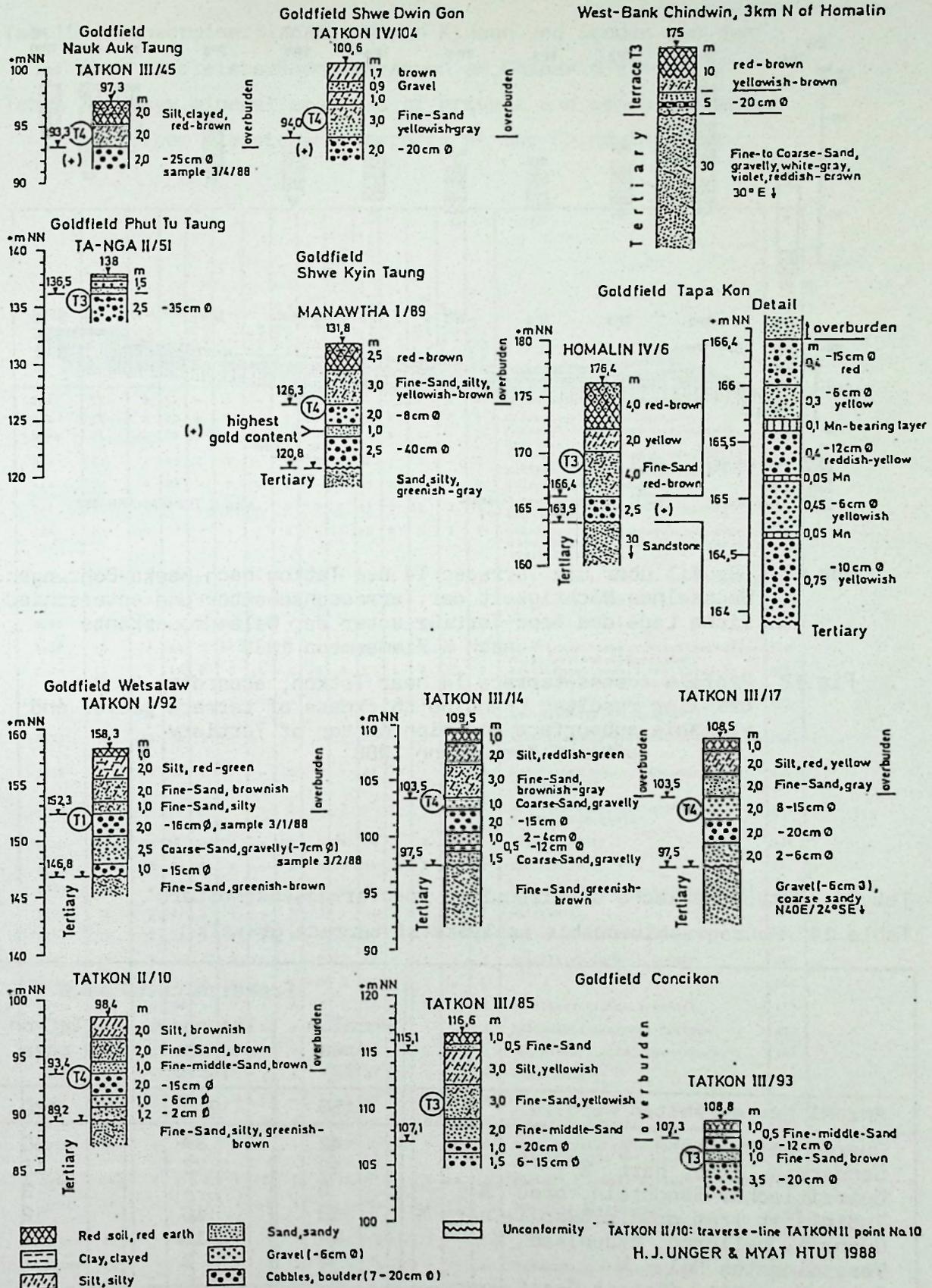


Abb.41 Detailprofile aus Goldfeldern und Aufschlüssen

Fig.41 Vertical profiles in detail from goldfield areas and other outcrops

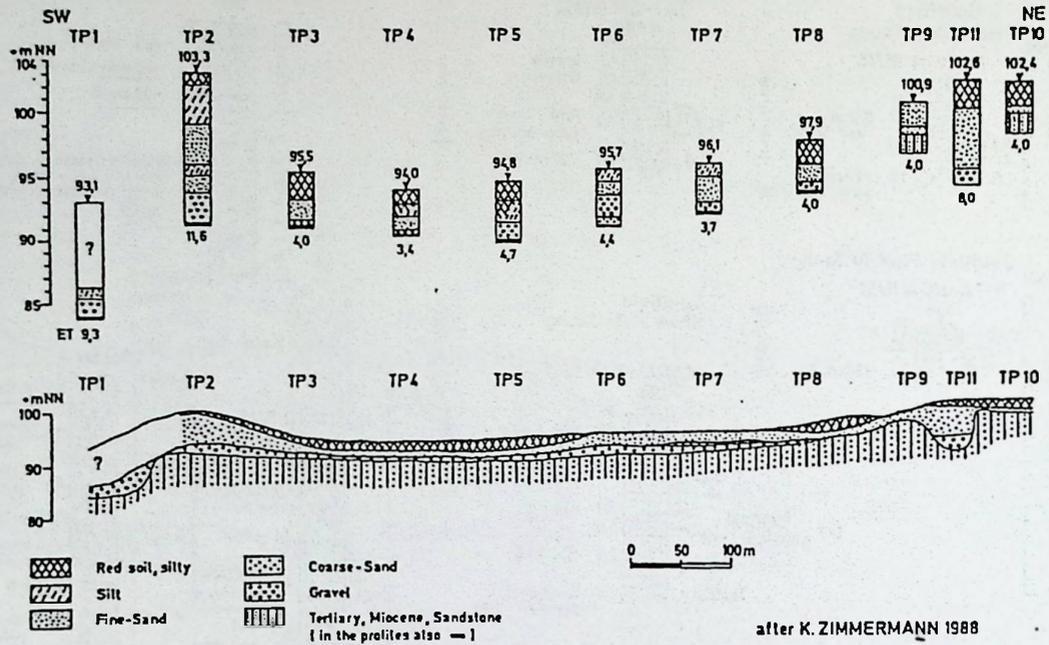


Abb.42 Profil über die Terrasse T4 bei Tatkon nach Banka-Bohrungen. Wechselnde Mächtigkeit der Terrassenschotter und unterschiedliche Lage des Tops Tertiär unter der Geländeoberkante nach K.Zimmermann 1988

Fig.42 Profile across terrace T4 near Tatkon, according to Banka drilling results. Changing thickness of terrace gravel and variable subsurface position of top of Tertiary after K.Zimmermann 1988

Tab.14 Petrographische Geröllanalyse von Terrassenschottern

Table 14 Petrographic pebble analysis of terrace gravels

	Fraktion ca.50 mm Ø		
	Homalin area T3	Thaugdut area T4	Tatkon area T1
Anzahl der gezählten Gerölle	150	200	130
Quarz, weiß, trübe %	42	37	50
Sandstein, grau, hart %	19	22	16
Quarzitische Sandstein, grau %	8	-	3
Radiolarit (rot, grün, schwarz)+Chert %	13	15	12
Quarzit, hellgrau; bräunlich. %	14	13	12
Versteinertes Holz %	2	3	-
Saure Magmatite (Granit, Dazit, Quarzporphyr) %	1	4	1
Intermediäre bis basische Gesteine (Gabbro, Diabas, Andesit) %	-	2	-
Nicht bestimmbar %	1	4	6

Tab.15 Schwermineralanalysen von Kiesen und Sanden aus den pleistozänen Terrassen am Chindwin River  
 Table 15 Heavy mineral analyses of gravels and sands extracted from pleistocene terraces at the Chindwin river

Proben-Nr.: sample No.:	Terrasse: terrace:	Granat X garnet X	Zirkon X zircon X	Jacobsin X jacobinite X	Staurolith X staurolite X	Apetit X epitite X	Sphärolith X sphaerulite X	Diagen X diagen X	Hornblende (grün) X hornblende (green) X	Epidot und Zoisit X epidote and zoisite X	Glas X glass X	Pyroxen X pyroxene X	Spinell X spinel X	Sonstige others	Bemerkungen	Kornzahl number of grains
3/1	T1	3	57	-	8	-	7	3	1	18	-	-	1	2	Chloritoid; Spi.: Hercynit?	106
3/2	T1	5	21	2	8	-	4	1	3	48	2	-	-	8	Chloritoid:7; Glaukophan?:1	128
3/2a	T1	<1	38	-	53	-	1	-	-	1	4	-	-	2	Anatas:1;Chloritoid:1;Titanit:1 Brookit:1	225
3/3	T4	7	23	1	8	-	4	1	6	42	1	1	-	6	Chloritoid:3;Biotit:1;Brookit:1; Sillimanit:1;Pyroxen:Hyperathen:1;	154
3/4	T4	3	52	-	7	-	2	-	2	29	2	-	-	3	Chloritoid:2; Brookit:1;	225
3/6	T1	6	17	1	5	-	4	2	2	47	2	11	2	1	Chloritoid:1; Alkalihornblende:1;	171
3/8	qh	10	7	-	2	1	2	-	15	49	3	3	1	7	Chloritoid:2;Hornblende braun:2; Glas dklgrün:1; Hornblende farb- los:2;Zinkblende(?)<1;	175
3/9	T4	7	44	1	5	-	2	1	1	33	1	5	-	1	Sillimanit:1; bei Granat 1Andradit	164
3/10	T3	6	34	2	5	-	4	-	6	34	1	7	2	1	Hornblende braun	152
3/11	T2	3	42	2	23	-	1	-	-	18	6	-	4	2	Titanit:1; Brookit:1;	228
3/12	T3	2	23	2	12	-	1	1	1	42	1	9	2	4	Hornblende braun:1;Alkalihornblen- de:1;Biotit:1;Chloritoid:1;	207
3/14	T1	7	17	2	6	<1	4	<1	2	47	1	6	2	6	Alkalihornblende:3;Hbl.braun:1; Chloritoid:1;Aktinolith<1;	229
3/15	T1	3	24	1	7	-	4	-	5	41	1	7	-	8	Chloritoid:3; Hbl.braun:2; Alkali- hornblende:2;Sillimanit:1;	177
3/16	qh	13	8	1	4	<1	1	-	15	50	-	3	<1	3	Alkalihornblende:1;Hbl.braun:1; Chloritoid:1;	220
3/17	f*	28	3	2	1	-	1	2	14	39	-	7	<1	3	Hornblende braun:1;Chloritoid:1; Tacheraakit?	217
3/21	T4	2	38	1	9	-	1	-	3	37	-	8	-	2	Hbl.braun:1;Alkalihornblende:1; 1 rötlicher Zirkon	133
3/23	T4	5	12	1	4	-	1	1	6	59	1	8	1	1	Chloritoid:1;	346
3/31	T2	3	34	<1	8	-	2	1	-	44	-	5	1	1	Brookit:1;	274
3/33	T3	2	28	2	6	-	3	2	5	32	1	14	3	3	Anatas:1;Hbl.braun:1;Chloritoid:1	189
3/34	T2	2	71	1	5	-	3	1	1	11	-	4	1	2	Titanit:2;	188
3/38	T3	3	38	1	7	1	2	7	-	36	-	3	1	2	Hbl.braun:1;Sillimanit:1;	174
3/39	qh	2	63	1	6	-	2	1	-	19	-	7	-	1	Brookit:1; igrüner Granat	120
3/40	T2	4	51	2	9	-	2	1	1	28	-	2	-	-		161
3/41	T4	5	50	-	7	-	4	2	3	24	-	3	2	2	Sillimanit:1;Hbl.braun:1;	117
3/42	T1	2	57	1	5	-	2	-	-	28	1	4	-	1	Sillimanit;rötliche Zirkone;	193
3/44	T4	3	60	1	9	-	1	-	1	20	1	2	1	2	Hbl.braun:1;Alkalihornblende:1;	183
3/46	T3?	6	30	2	7	1	5	4	2	37	1	6	-	1	Sillimanit:1;	162
3/47	T3?	3	62	3	9	-	3	1	3	16	-	1	-	-		79 (1)
3/48	T4	4	32	1	4	-	4	-	2	45	-	4	2	1	Alkalihornblende;	157
3/49	T4	4	38	-	7	-	1	1	2	33	1	9	<1	5	Alkalihornblende:3;Anatas:1; Chloritoid:1; Hbl.braun:1;	240
3/50	T4	2	67	1	4	<1	1	-	1	17	-	5	<1	1	Anatas; 1 grüner Granat	243
3/54	T4	4	65	-	7	<1	1	1	-	15	1	3	1	2	Anatas:1;Sillimanit:1; extrem Magnetit-reich	108
3/59a	T3	-	84	-	7	-	2	1	<1	5	-	-	-	1	Titanit;	238
3/59b	T3	1	77	1	8	-	5	2	-	5	<1	-	-	<1	Titanit; 1 grüner Granat	227

Analysen: Dr.U.RAST (Bayerisches Geologisches Landesamt), 30.8.1988

Fraktion: 0,25 - 1,0 mm

mittels der Waschschüssel separiert, daher sind auch leichtere Komponenten wie Glas im Konzentrat vorhanden.

Folgende wesentliche Ergebnisse lassen sich aus den Analysen ableiten (Tab.15):

- die untersuchten Grobklastika der Terrassen T1 bis qh und das Jüngste Alluvium haben das gleiche Schwermineralspektrum, eine Unterscheidung mittels signifikanter Schwermineral-Assoziationen ist nicht möglich. Hieraus ist zu folgern, daß sich entweder das Einzugsgebiet der pleistozänen Terrassensedimente während der gesamten Dauer der Terrassenbildung nicht änderte oder daß im wesentlichen nur eine Umlagerung der Terrassensedimente von den älteren in die jüngeren Terrassen stattfand.
- alle untersuchten Terrassen haben geringe Gehalte an vulkanischem Glas. Da Gesteinsgläser wenig transport-resistent sind und sehr schnell verwittern, wird ihr Vorkommen in den Terrassen-Sedimenten als Indiz für eine vulkanische Tätigkeit zumindest während des Mittleren-und Oberen Pleistozäns in der Umgebung des Chindwin Beckens gewertet, die tuffigenes Material in die Terrassen geliefert hat.
- auch die Probe 3/58/88 (Tab.7) aus dem kiesig-sandigen Tertiär enthält geringe Anteile vulkanischen Glases als Hinweis auf vulkanische Tätigkeit bereits im Miozän.
- das Vorkommen von Spinellen (Chromit) belegt einen ultramafischen Gesteinsanteil in den Terrassensedimenten (s.a.HAGEN & AUNG CHO 1987).

#### 4.4.1.2.2. Feinkörnige Überdeckung der Terrassenschotter

Die feinkörnige Überdeckung der Terrassenschotter wird, entsprechend den Gepflogenheiten vor Ort, als "Overburden" bezeichnet. Als Sedimente dieses Overburden repräsentieren die Sande und tonigen Schluffe im Grunde keine eigenständige petrographische Einheit der Gesamtabfolge, sondern lediglich das immer feiner werdende Korn einer an Energie nachlassenden Schüttung. Neben der Kornverfeinerung wurde auch das fast gänzliche Fehlen des Goldes in diesen Sedimenten als Kriterium für eine Abtrennung herangezogen.

Petrographisch handelt es sich meistens um einen Fein-bis Feinmittelsand, der über dem Schotter teils

mit scharfer Grenze lagert, teils aus ihm heraus sich durch zunehmende Kornverfeinerung entwickelt (Abb.41). Nach Absprache mit unseren birmanischen Kollegen wurde die Grenze zwischen Terrassenschotter und Overburden an den Top der höchsten geschlossenen Kies-und Schotterlage gelegt (Abb.41; TATKON III/93); es handelt sich also um eine Faziesgrenze. Kiesige Grobsande (Abb.41; TATKON III/14) werden dabei noch (auf Grund ihrer möglichen Gold-Führung) dem Schotter zugerechnet. Diese überwiegend fein-bis selten mittelkörnigen Sande am Top der Schotter gehen nach oben, bei vollständig erhaltenem Profil, über schluffigen Feinsand in gelblich-braunen Schluff über, dessen oberste 1-4 m rotbraun verfärbt sein können. Diese oberste tonig-schluffige Lage wurde ohne nähere Differenzierung nach DE TERRA (1943) als "red earth" oder "red soil" bezeichnet.

Die Farbe dieser Feinsand-Schluff-Abfolge wechselt zwischen grauen, braungrauen bis gelb-rotbraunen Farbtönen des red soil. Die graue Farbe der Feinsande bis Schluffe verändert sich im frischen Anriß unter dem Einfluß der Atmosphärrilien durch das wahrscheinlich in größerer Menge im Sediment enthaltene Eisen schnell in den rötlich-bräunlichen Farbton.

Die Gesamtmächtigkeit des Overburden schwankt zwischen 10-14 Metern, wobei die Fein-bis Feinmittelsande mit Übergängen zu Schluff 8-10 Meter Mächtigkeit, der schluffig-tonige Teil mit dem red soil 2-4 m Mächtigkeit erreichen können.

Leider liegen nur selten vollständig erhaltene Terrassenabfolgen aufgeschlossen vor. Öfters ist das Overburden unterschiedlich tief erodiert (Abb.40), was sich aus der Körnung des anstehenden Sediments und seiner Farbe bei der Aufnahme im Gelände erschließen läßt. Diese Unsicherheit bezüglich der oft reduzierten Overburden-Mächtigkeit war der Grund, weshalb als Höhenbezugswert für die Kartenkonstruktionen nicht der tatsächliche Top der Terrassen herangezogen wurde, sondern der Top der Terrassenschotter, der über größere Entfernungen doch einen verläßlichen Höhenbezug gewährleistet.

An den Sedimenten des Overburden wurden bis auf die Untersuchung einer red soil-Probe (Nr.3/13/88; SHWELINDA III/15) keine Untersuchungen durchgeführt. Folgende Werte ergeben sich für die Korngrößenzusammensetzung (Analyse:Dr.W.GROTTENTHALER, Bayerisches Geologisches Landesamt, München, 9.9.1988):

Probe Nr.:	Korngrößenzusammensetzung						
	Gew. % des Feinbodens < 2mm Ø						
	Ton	Schluff			Sand		
<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2,0	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
3/13/88	34,9	7,7	11,2	12,2	12,9	9,0	8,9
			31,1				34,0

Der Boden ist schwach kalkhaltig und der Eisen-gehalt (als  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bestimmt) wurde mit 13% ermittelt (Analyse: Dr.A.WILD, Bayerisches Geologisches Landesamt, München, 9.9.1988).

Aus der Korngrößenverteilung in dieser red soil-Probe und ihrem schwachen Kalkgehalt läßt sich entnehmen, daß wahrscheinlich ein geringer Anteil Löß in dieser obersten Schicht des Overburdens steckt.

DE TERRA & MOVIUS (1943) beschreiben als Overburden über den Terrassenschottern (Abb.37 unten) bei den Terrassen T4 und T3 am Irrawaddy den sogenannten Pagan Silt, einen Löß, auf T2 die Nyaungu Red Earth und auf den höchsten Terrassen eine Lateritisierung der Schotter.

Dieses Überdeckungsschema läßt sich am Chindwin nicht nachvollziehen. Hier dominiert in den obersten 2-4 Metern des Overburdens ein tonig-schluffig-feinsandiger Habitus des Sediments. Diese petrographische Ausbildung konnte durchgehend über alle Terrassen, von T4 bis T1, beobachtet werden. Die Terrasse T0 wurde bisher nie mit einem Overburden angetroffen, was nicht heißt, daß sie keinen führte. Wie die Korngrößenanalyse zu entnehmen ist, dürfte in diesem obersten Abschnitt des Overburden doch eine Löß-Komponente stecken. Die stärkere Vertonung der obersten Meter bei zunehmender Rot-Braun-Färbung dürfte auf bodenbildende resp.klimatische Einflüsse zurückzuführen sein. Die Rotfärbung ist ebenfalls über die Terrassen T4 bis T1 zu beobachten und mit ein Charakteristikum der pleistozänen Terrassen. Es erschien nicht zweckmäßig, vor allem da nur selten vollständige Terrassenabfolgen der Untersuchung zugänglich waren, spezielle Klassifizierungen des Overburden einzuführen. Eine Lateritisierung der T0-Schotter konnte, wohl mangels geeigneter Aufschlüsse, nicht beobachtet werden.

Es bestehen also bezüglich der Overburden-Ausbildung doch erhebliche habituelle Unterschiede zwischen dem Irrawaddy- und dem Chindwin Tal, was u.U.auch auf die Lage des Untersuchungsgebietes im Mittelteil des Stromes zurückgeführt werden könnte, was aber auf jeden Fall irgendeinmal abgeklärt werden müßte.

#### 4.4.1.3. Die Terrassen

An Hand der Werte (Tab.13) wurde eine generalisierte Übersicht der Verbreitung der Terrassen im Chindwin Tal zwischen Tatkon und Homalin erstellt (Beilage). Wie bereits erwähnt, wurden diese Werte (der Tab.13) als Durchschnittswerte aus den Profilen herausgezogen. Mit diesen Höhenwerten wurde in die topographischen

Karten 1:50 000 (Vergrößerungen der englischen topographischen Karten) gegangen. Die Grenze zwischen der Verbreitung der Flußterrassen (Akkumulationsterrassen) und dem freiliegenden Tertiär (Erosionsterrassen) wurde zum Teil den fotogeologischen Übersichten von MYAT HTUT & HAGEN (in:HAGEN & AUNG CHO 1987) entnommen, zum Teil von MYAT HTUT 1988 neu ausgearbeitet. Aus der Übersichtskarte (Beilage) wurden die einzelnen Terrassen herausgezogen und für jede Terrasse eine Flächenberechnung durchgeführt (Abb. 43-47).

Einige Bemerkungen zur Darstellung in diesen Abbildungen: Ausgehend von der Verbreitung der Terrasse T0, die als derzeit älteste Terrasse die größte Ausdehnung des pleistozänen Chindwin Tales umgrenzt, werden die nächst jüngeren Terrassen innerhalb dieses T0-Tales in ihrer heutigen Verbreitung dargestellt. Auf diese Weise ist es möglich, die ursprüngliche und die heutige Terrassenfläche zu berechnen. Von Bedeutung sind außerdem die Grenzlinie zwischen den akkumulativen Terrassen und den zu ihnen zeitgleichen Erosionsterrassen im anstehenden Tertiär (strichlierte Linie) sowie die vermutlichen Hauptströmungsstriche der jeweiligen Schüttung.

#### 4.4.1.3.1. Terrasse T0 (Abb.43)

Wie bereits oben (Kap.4.2.1.) erwähnt, gelang es bereits mit der Profillinie TATKON VI, diese höchste und bis jetzt als älteste eingestufte Flußterrasse nachzuweisen, und zwar nicht als Erosionsterrasse, sondern als Akkumulationsterrasse mit 9 m mächtiger Schotterlage und einem Rest von kiesig-sandigem Overburden von 1 m Mächtigkeit (siehe auch Abb.11). Damit war ein Höhenfestpunkt geschaffen, an dem sich talaufwärts zeitgleiche Verebnungen orientieren konnten. Ein ähnlich guter und beweiskräftiger Aufschluß des T0-Niveaus wurde nicht wieder gefunden. Im weiteren Verlauf der Aufnahmen trat diese höchste Terrasse immer als Erosionsterrasse mit wechselnden Mengen an Kies, Schottern, versteinertem Holz und Bouldern auf. Ihre Ansprache und Auskartierung gestaltete sich manchmal schwierig. Dies hatte jedoch nicht seinen Grund darin, daß diese Terrasse abschnittsweise fehlte, sondern die Schwierigkeiten lagen in der Unmöglichkeit begründet, bei der begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit die höchsten Erhebungen im breiten Tal in weiter Entfernung zum Fluß zu erreichen. Und ohne exakte Höhenbestimmung, allein mit Begehen, war und ist dieses Terrassenniveau nicht zu fassen. Deshalb wurde versucht,

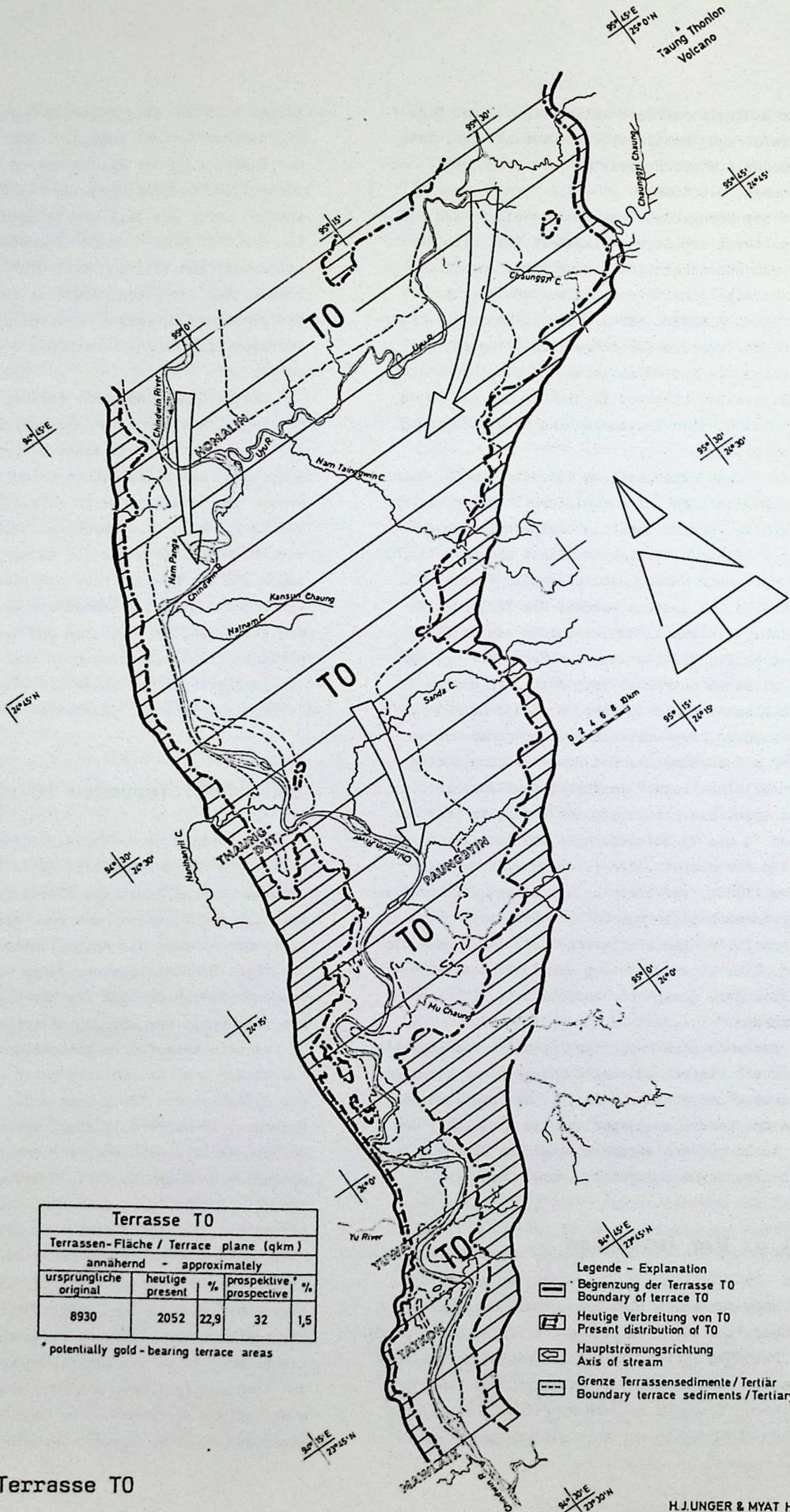


Abb.43 Terrasse T0

Fig.43 Terrace T0

die dem Chindwin am nächsten gelegenen, topographisch höchsten Punkte zu erreichen und einzumessen, was den Nachteil mit sich brachte, daß oft nur Erosionsterrassen mit Resten von Terrassenschottern erreicht wurden. Als Beweis für die Existenz der Terrasse T0 gelten sie allemal, nur mangelte es an exakten Höhen und Mächtigkeiten für die Gesamtabfolge der Terrasse T0.

Die Höhenlage für den Top der Schotter steigt, nach Aufschlüssen und Interpretation zwischen Tatkon und Homalin, von +206 m NN auf etwa +260 m NN. Diese Höhenangaben beziehen sich auf den vermutlichen Top der Schotter, lassen den Overburden mit bis zu 14 Metern Mächtigkeit (angenommener Wert) unberücksichtigt. Die Terrasse T0 liegt etwa 118 m (+14 m für den Overburden) über dem dry season level des Chindwin (Abb.38).

Die ursprünglich überflutete Fläche des T0-Tales, die nicht gleichzusetzen ist mit der Verbreitung der Terrassensedimente, umfaßt annähernd 8930 qkm. Die heute vorliegende Restfläche ist mit 2052 qkm oder 22,9% der ursprünglichen Verbreitung von T0 anzugeben.

Das vom T0-Schüttungsgeschehen geprägte pleistozäne Chindwin Tal verläuft wie ein Trichter gegen Süden. Der nordöstlich von Homalin lagernde Tertiärrücken (Nwetemon Taungdan), den eozäne Sedimente mit einer Antiklinalstruktur aufbauen (Uyu Antiklinale, Abb.3), wurde vom damaligen Chindwin westlich und östlich umflossen. Die auffallend nach Westen verschobene Talbegrenzung am Ostrand dieses mittelpleistozänen Tales deutet darauf hin, daß der Vulkan Taung Thonlon entweder kurz vor der T0-Schüttung oder während der T0-Schüttung aktiv war und das Tal einengte.

Die beiden Stromarme des Chindwin, die den Nwetemon Taungdan umflossen, vereinigten sich südlich von Homalin. Die Morphologie des Talverlaufs weiter gegen Süden, also die bereits damals erkennbare Verengung des Stromtales, dürfte auf das in Hebung stehende 24°N-Hoch (BENDER et al.1983) zurückgehen. Auch wenn die Hebungstendenz damals nicht sehr groß gewesen zu sein scheint, so war der Strom doch gezwungen, sich südlich Paungbyin epigenetisch einzuschneiden.

Wahrscheinlich muß man sich den damaligen Strom als ein weites distributäres Stromsystem vorstellen, in dem Abschnitte mit Akkumulation und Erosion dicht nebeneinander lagen. Durch die Hebungstendenzen um das 24°N-Hoch scheint dieses distributäre System kanalisiert und zu einem großen Strom zusammengefaßt worden sein.

Die große Höhendifferenz zwischen den Terrassenniveaus von T0 und T1 (Abb.39) legt die Vermutung nahe, daß sich zwischen beiden Niveaus eventuell noch eine Terrassenverebnung einschalten könnte. Ihr Nachweis gelang uns jedenfalls nicht.

#### 4.4.1.3.2. Terrasse T1 (Abb.44)

Das fluviatile Geschehen zur Zeit der Schüttung der T1-Sedimente dürfte sich kaum vom vorausgegangenen unterscheiden haben. Die Schüttungsenergie und das Wasserangebot scheinen nur unwesentlich geringer gewesen zu sein. Der Zwischenrücken Nwetemon Taungdan wurde weiter westlich und östlich vom Chindwin umflossen. Aktivitäten des Vulkans Taung Thonlon lassen sich nur indirekt durch die vulkanischen Gläser in den groben Terrassensedimenten nachweisen (Tab.15).

Die Höhenlage der T1-Terrasse steigt von +161 m NN bei Tatkon auf etwa +217 m NN nördlich von Homalin an (Tab.13). Die Terrasse liegt im Schnitt 75 m über dem dry season level des Chindwin (Abb.38).

Die ursprünglich überflutete Fläche ( in Abb.44 pauschal als Terrassenfläche ausgewiesen) umfaßte etwa 6508 qkm, die heute noch vorliegenden etwa 2192 qkm sind davon 33,6%.

Es hat den Anschein, daß sich die Hebungstendenz des Untergrundes vom 24°N-Hoch weiter gegen Norden verlagerte, was zu einer Verengung des Tales bereits in Höhe Thaungduts führte. Südlich von Thaungdut scheint sich in einer Fangstruktur eine größere Terrassenfläche erhalten zu haben (aus dieser Terrasse stammen die großen versteinerten Baumstämme am Tempel von Thaungdut; siehe auch Tafel 3, Fig.3).

#### 4.4.1.3.3. Terrasse T2 (Abb.45)

Während der T2-Zeit scheint sich nördlich von Thaungdut bis zu 24°35'N die Hebung des Untergrundes verstärkt zu haben. Reste der Terrasse T1 bzw. zeitgleiche Erosionsterrassen blieben als herausragende Rücken im Strombett erhalten. Südlich von Paungbyin verengt sich das Tal zusehends, offensichtlich beschleunigte sich die Hebung des Untergrundes und der Strom war gezwungen, sich epigenetisch stärker einzutiefen. Dieses epigenetische Einschneiden bestimmt bereits seit der T1-Zeit das fluviatile Geschehen um das 24°N-Hoch.

Zwischen Tatkon und Homalin steigt die Oberkante der Terrasse T2 von +131 m NN auf +189 m NN. Sie

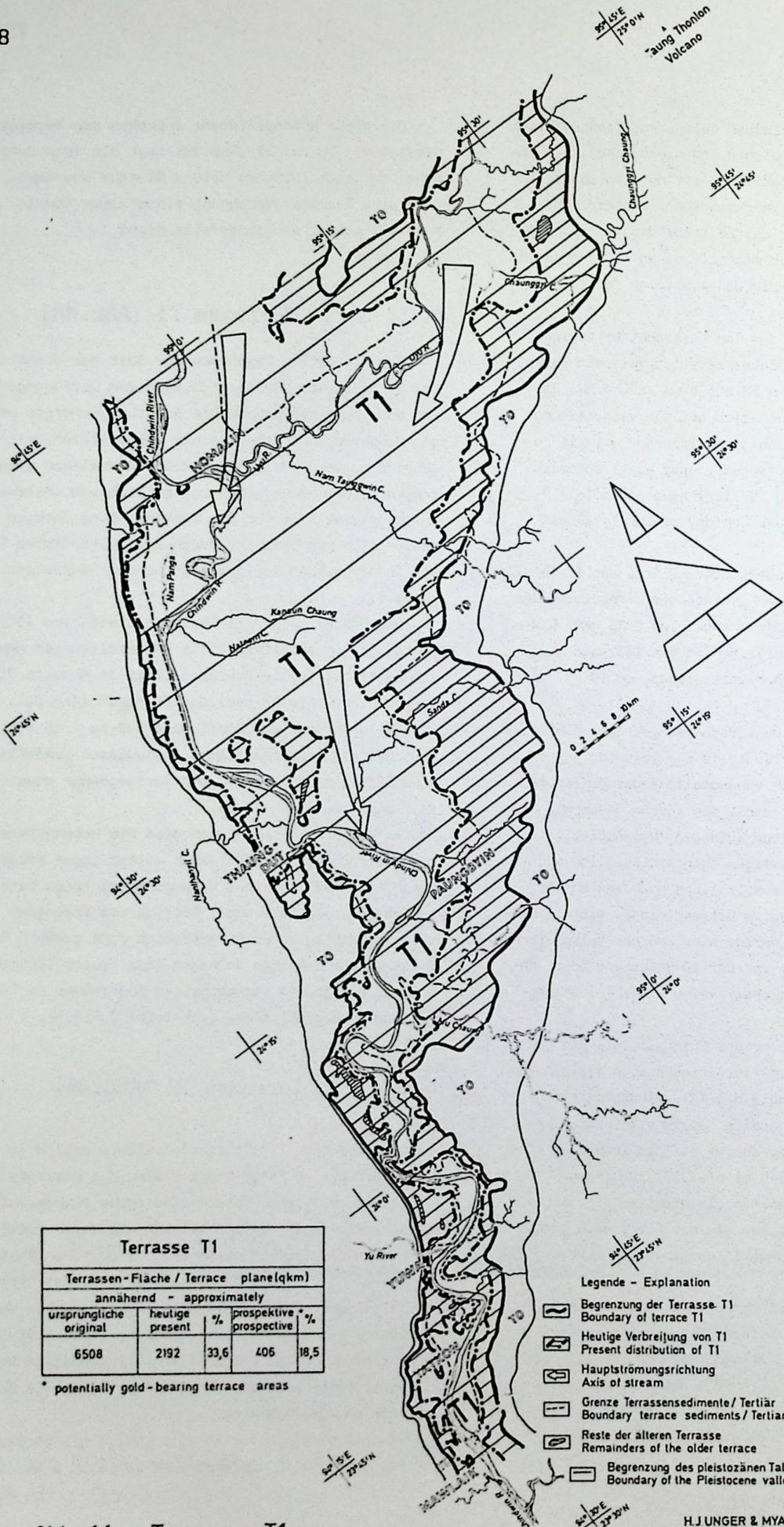
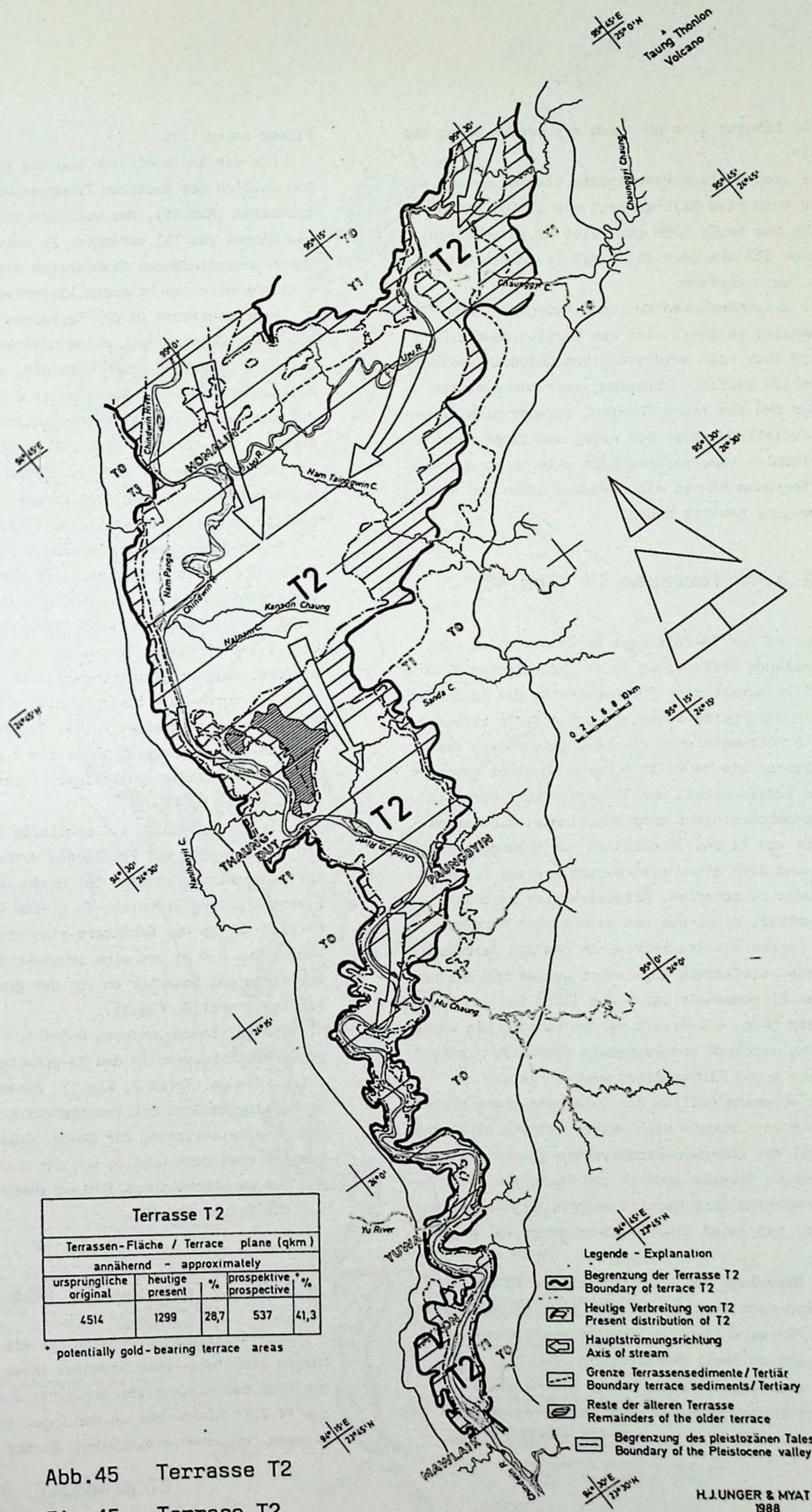


Abb.44 Terrasse T1

Fig.44 Terrace T1

H.J UNGER & MYAT HTUT  
1988



Terrasse T2				
Terrassen-Fläche / Terrace plane (qkm)				
annähernd - approximately				
ursprüngliche original	heutige present	%	prospektive prospective	%
4514	1299	28,7	537	41,3

\* potentially gold-bearing terrace areas

- Legende - Explanation
- Begrenzung der Terrasse T2  
Boundary of terrace T2
  - Heutige Verbreitung von T2  
Present distribution of T2
  - Hauptströmungsrichtung  
Axis of stream
  - Grenze Terrassensedimente / Tertiär  
Boundary terrace sediments / Tertiary
  - Reste der älteren Terrasse  
Remainders of the older terrace
  - Begrenzung des pleistozänen Tales  
Boundary of the Pleistocene valley

Abb.45 Terrasse T2  
Fig.45 Terrasse T2

liegt im Schnitt 57 m über dem dry season level des Chindwin.

Die ursprünglich überflutete Fläche war mit 4514 qkm nur noch etwa halb so groß wie in T0, davon haben sich bis heute 1299 qkm, also 28,7% erhalten, von denen 537 qkm oder 41,3% mit Terrassensedimenten bedeckt sein dürften.

Der Zwischenrücken Nwetemon Taungdan, nordöstlich von Homalin, zeichnet sich nun bereits deutlicher ab, wird aber noch beidseitig vom Chindwin umflossen. Der östlich laufende Stromarm, zwischen Nwetemon Taungdan und dem Taung Thonlon, verengt sich allerdings auffallend. Dies muß nicht unbedingt durch den Taung Thonlon verursacht worden sein, auch der Nwetemon Taungdan könnte sich gehoben haben und diese Talverengung bewirkt haben.

#### 4.4.1.3.4. Terrasse T3 (Abb.46)

Während der T3-Zeit trat im Chindwin Tal eine tiefgreifende Veränderung im morphologischen Bild der Tallandschaft ein. Entweder hatte die T3-Schüttung ein geringeres Wasserangebot als die vorhergehenden Schüttungen oder die Hebungstendenzen des Untergrundes bis zu 24°35'N waren so stark geworden, daß die Erosionskraft des Stromes, trotz normalen Wasserangebotes nicht mehr ausreichte, die Terrassenreste von T1 und T2 nördlich von Thaugdut auszuräumen und sich ein ungehindertes breites Strombett nach Süden zu schaffen. Offensichtlich reichte die Erosionskraft nicht aus und es entstand nördlich dieser Sperre ein Staubecken, in dem die Terrassensedimente weitflächig abgelagert wurden und das nur über den Flaschenhals bei Tonhe (nördlich von Thaugdut) nach Süden entwässert werden konnte. Die weite Verebnung nördlich von Paungbyin dürfte zu dieser Zeit eine große Flußschlinge gewesen sein.

Der Stromarm östlich des Zwischenrückens Nwetemon Taungdan verengte sich weiter, dürfte allerdings noch Teil des Chindwin-Stromsystems gewesen sein. Die verengte Strecke südlich von Paungbyin hatte bereits annähernd ihre heutige morphologische Talform erreicht, der Strom floß in einem engen Tal gegen Süden.

Die Höhenlage des Top der Terrasse T3 steigt von Tatkon nach Homalin von +121 m NN auf +177 m NN an. Die Terrasse liegt im Schnitt etwa 41 m über dem dry season level des Chindwin (Abb.38).

Die ursprünglich überflutete Fläche der T3-Schüttung betrug etwa 2770 qkm, die heutige Restfläche etwa 1358 qkm, was 49% der ursprünglichen

Fläche entspricht.

Für die Sedimentation und das fluviatile Geschehen östlich des Nwetemon Taungdan wurde ein T2-Rest bedeutsam (Abb.46), der westlich des Chaunggyi Chaung als Riegel das Tal verengte. Er erzwang im östlich daran anschließenden Staubecken die Ablagerung von wahrscheinlich mächtigeren T3-Terrassensedimenten.

Repräsentieren in den Terrassen T0 bis T2 Grobkiese bis Schotter mit einem höheren Anteil von Boulder die grobklastischen Abfolgen, so finden sich, mit Ausnahme einiger Bereiche (z.B. östlich von Thaugdut und bei Manawtha), hauptsächlich grobsandiger Grobkies bis Schotter (-max.15 cm Ø) als Komponenten der Grobklastika von T3. Selten finden sich, ausgenommen die beiden oben genannten Bereiche, Boulder in der Schotterabfolge (Tafel 6, Fig.2).

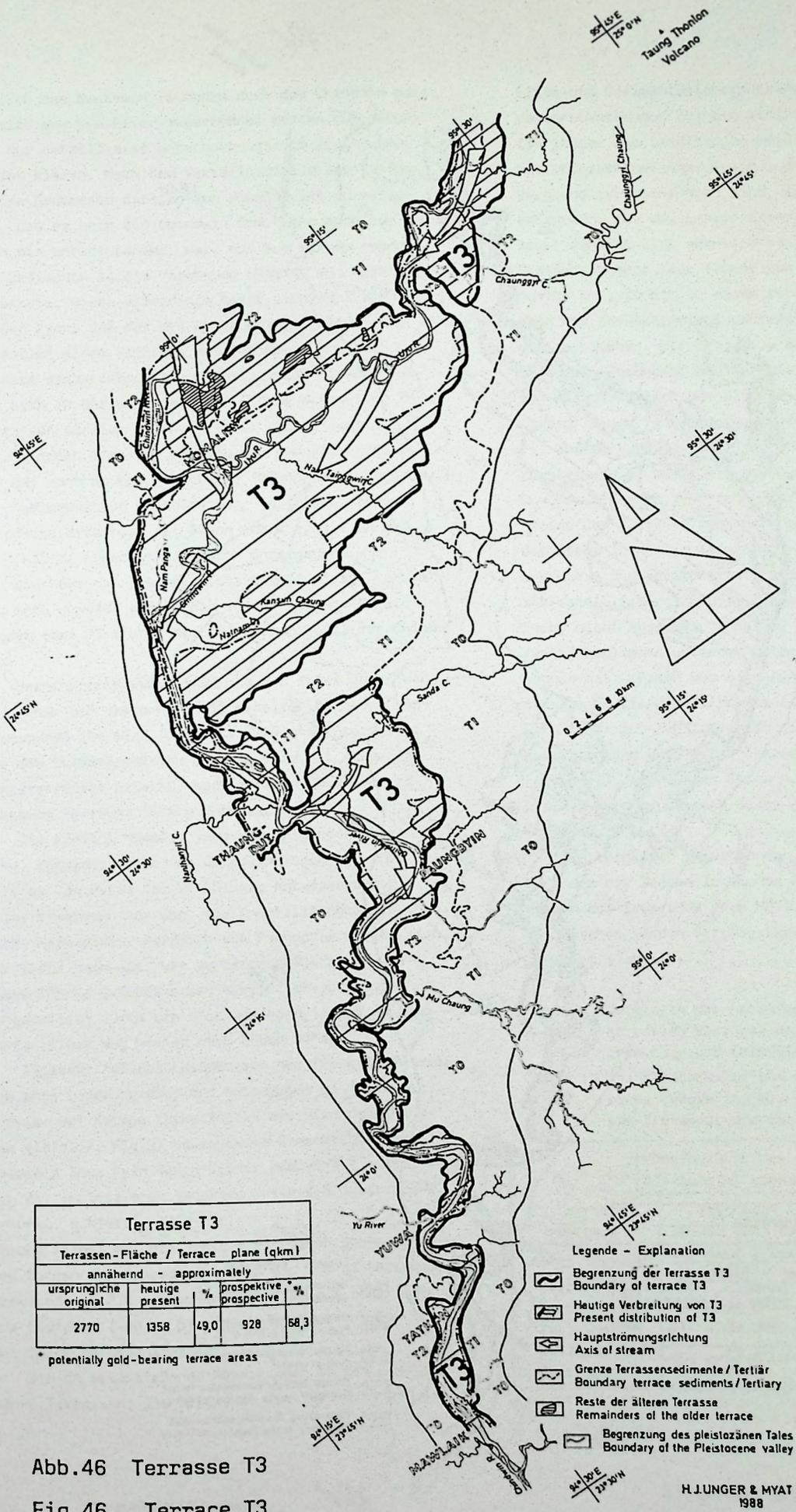
Einen interessanten Aufschluß in T3 bot das Goldfeld Tapa Kon, das, nördlich Homalin am westlichen Chindwin-Ufer gelegen, mit der Profillinie HOMALIN IV aufgenommen wurde (Abb.33,34,41 oben). Über 2,5 m mächtigem Terrassenschotter (-10 cm Ø) mit drei ausgeprägten Grundwasserstandsmarken (Abb. 41), der durch 38 m tiefe Stollen erschlossen und im Kammerbau ausgeräumt wurde, lagert 4 m Feinsand, rötlich-braun gestreift, über dem 2 m gelber Schluff und 4 m feinsandig-schluffiger, rotbrauner red soil folgt (Tafel 6, Fig.3).

Die unregelmäßig, z.T. schlierig verteilten roten Verfärbungen des Feinsandes werden als Indiz für Sedimentationspausen bei Wasserüberdeckung mit Eisenausfällung gedeutet. In diesem Aufschluß zeigte sich am Top des Schotters eine erosive Eintiefung (etwa 0,4 m) und eine schwache Braun-Färbung der Kiese und Schotter am Top der grobklastischen Abfolge (Tafel 6, Fig.3).

Ein vollkommen anderes Aufschlußbild zeigte dagegen die Abbauwand in den T3-Schottern des Goldfeldes Myengä (Tafel 7, Fig.1). Kiese und Schotter wechsellagern dort mit kreuzgeschichteten Grobsanden. Die Orientierung der Sande, Kiese und Schotter ist etwa nach Westen, was der regionalen Lage und der Hauptschüttungsrichtung dieser Zeit entspricht (siehe Abb.46).

#### 4.4.1.3.5. Terrasse T4 (Abb.47)

Die T4-Terrasse repräsentiert die jüngste pleistozäne Schüttung; nach Abschluß ihrer Schüttung ist das Ende des Pleistozäns erreicht. Der Strom war zur T4-Zeit nicht mehr in der Lage, große Teile der älteren Terrassen auszuräumen. Ob der Flußarm öst-

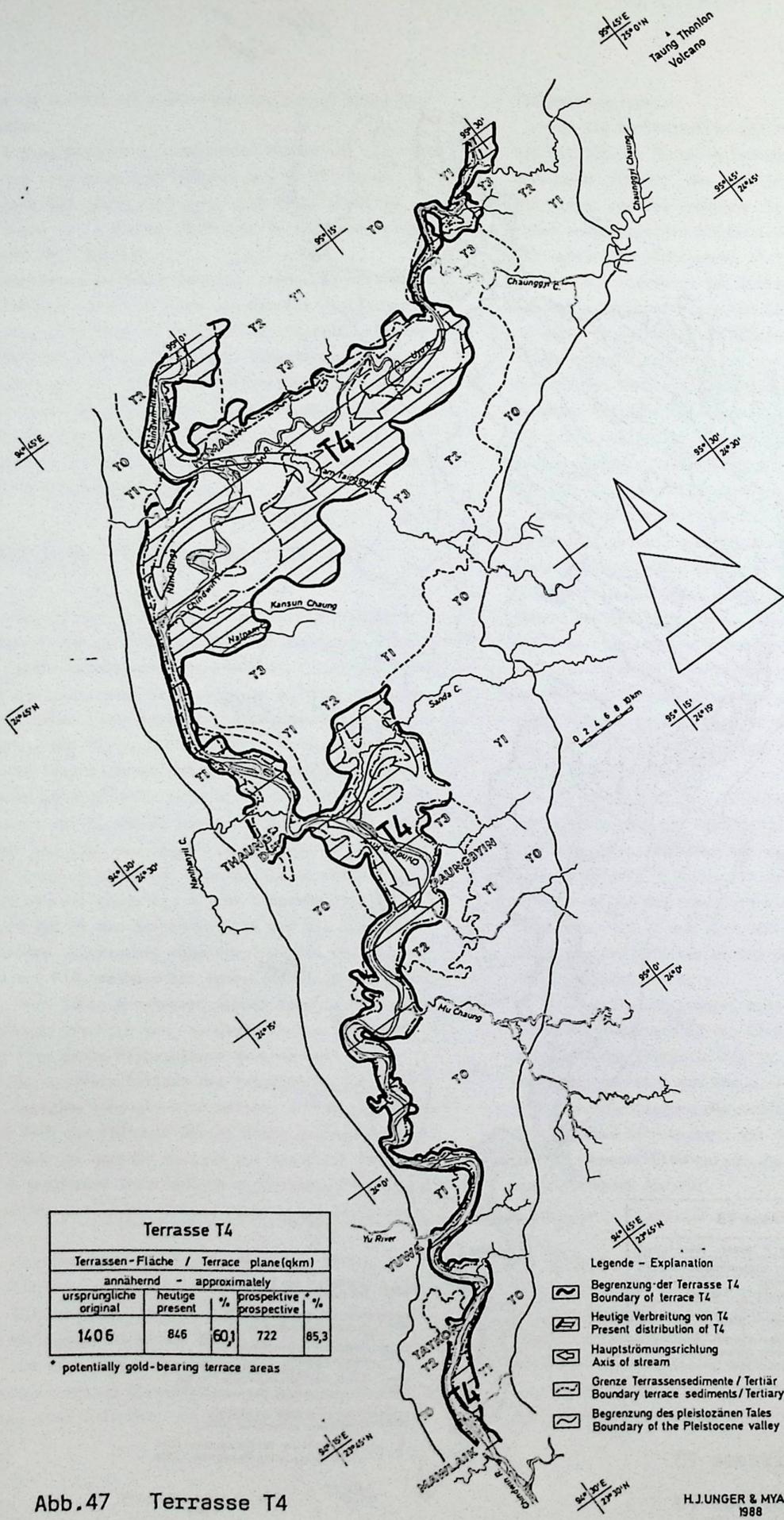


Terrasse T3				
Terrassen-Fläche / Terrace plane (qkm)				
annähernd - approximately				
ursprüngliche original	heutige present	%	prospektive prospective	%
2770	1358	49,0	928	58,3

\* potentially gold-bearing terrace areas

- Legende - Explanation
- Begrenzung der Terrasse T3  
Boundary of terrace T3
  - Heutige Verbreitung von T3  
Present distribution of T3
  - Hauptströmungsrichtung  
Axis of stream
  - Grenze Terrassensedimente / Tertiär  
Boundary terrace sediments / Tertiary
  - Reste der älteren Terrasse  
Remnants of the older terrace
  - Begrenzung des pleistozänen Tales  
Boundary of the Pleistocene valley

Abb.46 Terrasse T3  
Fig.46 Terrace T3



Terrasse T4				
Terrassen-Fläche / Terrace plane (qkm)				
annähernd - approximately				
ursprüngliche original	heutige present	%	prospektive prospective	%
1406	846	60,1	722	85,3

\* potentially gold-bearing terrace areas

- Legende - Explanation
- Begrenzung der Terrasse T4  
Boundary of terrace T4
  - Heutige Verbreitung von T4  
Present distribution of T4
  - Hauptströmungsrichtung  
Axis of stream
  - Grenze Terrassensedimente / Tertiär  
Boundary terrace sediments/Tertiary
  - Begrenzung des pleistozänen Tales  
Boundary of the Pleistocene valley

Abb.47 Terrasse T4  
Fig.47 Terrace T4

östlich des Nwetemon Taungdan noch dem Chindwin oder bereits dem Uyu River zugerechnet werden muß, könnten nur detaillierte Untersuchungen im fraglichen Gebiet klären. Nach dem Verteilungsbild der T4-Terrassen-Sedimente östlich von Homalin ist zu vermuten, daß es noch ein Chindwin Arm, wenn auch nur noch ein unbedeutender, war, der aus diesem engen Tal Sedimente in die Verebnung südlich von Homalin schüttete, wobei allerdings nicht ausgeschlossen werden kann, daß der Uyu River bereits als großer Nebenfluß einen Großteil des Sediments und des Wassers einbrachte. Offensichtlich war dieser Flußarm noch in der Lage, sich am Aufbau der weiten T4-Terrassen südlich von Homalin zu beteiligen.

Im engen Stromtal südlich von Paungbyin kam es nun nur noch in Fangstrukturen (Mäanderschleifen usw.) zur Sedimentation geschlossener Terrassenabfolgen, ansonsten arbeitete der Strom stark erosiv an dem sich weiter hebenden tertiären Untergrund.

Die Höhe des Tops der Terrasse T4 steigt von Tatkon nach Homalin von +100 m NN auf +155 m NN. Sie lagert etwa 25 m über dem dry season level des Chindwin.

Ursprünglich waren 1406 qkm des Tales überflutet, von denen 846 qkm oder 60,1% erhalten blieben. Von diesen 846 qkm sind allerdings 722 qkm interessant für die Goldprospektion d.h. sie sind mit Akkumulationsterrassen bedeckt, was immerhin 85,3% der erhaltenen Terrassenfläche entspricht.

Die südlich Homalin sich vereinigenden Stromarme, entweder beide dem Chindwin zugehörig oder bereits von Osten der Uyu River, entwässerten die weite Verebnung nur über die Engstelle nördlich von Tonhe nach Süden. Nördlich von Paungbyin staute sich der Strom nochmals, was zu einer größeren T4-Terrassenfläche geführt haben dürfte, bevor er sich epigenetisch durch die sich hebenden tertiären Sedimente seinen Weg weiter nach Süden bahnte.

Typische Aufschlußbilder aus der Terrasse T4 zeigen ihre Lagerung über dem nach Osten einfallenden Tertiär bei Kettha (Homalin) am Westufer des Chindwin (Tafel 7, Fig.3) sowie einen Schachtabbau im Goldfeld Shwe Kyin Taung (Linie MANAWTHA I (Tafel 7, Fig.2). In letzterem lagerten unter 2,5 m rötlich-braunem, schluffig-feinsandigem Overburden 3 m gelbbraune Feinsande, die von 2 m mächtigen grobsandigen Kiesen und Schottern (-8 cm Ø), 1 m gelbbraunem Grobsand und 2,5 m grobsandigem Kies mit Schotter und Bouldern (-40 cm Ø) unterlagert wurden. Darunter folgt feinkörniges Tertiär.

Einige abschließende Bemerkungen zu den pleistozänen Terrassen: Die Frage, ob die Veränderungen im

Fließ- und Sedimentationsgeschehen der einzelnen Terrassenschüttungen auf ein abnehmendes Wasserangebot (je jünger die Schüttungen werden) oder auf den sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit hebenden Untergrund zurückzuführen sind, ist schwierig zu beantworten. Aus der generalisierten Übersicht (Beilage) scheint sich abzuzeichnen, daß das Wasser- und Sedimentangebot zwar linear zum Jüngeren hin abgenommen hat, jedoch in einem Verhältnis, daß die Erosion und die Akkumulationskraft je Terrasse in etwa gleich blieben. Nur so ist zu erklären, daß der Strom bei Thaungdut Boulder bis zu 50 cm Durchmesser offensichtlich aus älteren Terrassen in die Terrassen T3 und T4 umlagern konnte.

Ausschlaggebend für die Entstehung des trichterförmigen Tales waren die Hebungen des Untergrundes um das 24°N-Hoch, wodurch unterschiedlich harte Gesteine des Tertiärs sich nach und nach als Barrieren dem Strom in den Weg stellten. Das Wasserangebot und damit die Erosionskraft des Stromes dürften, da wahrscheinlich nicht über längere Zeit ausreichend hoch, nicht ausgereicht haben, diese sich hebenden Tertiärsedimente und auch ältere Terrassenablagerungen auszuräumen und sich ein breites Stromtal zu schaffen. Offensichtlich hob sich der Untergrund im Verhältnis zur Erosionskraft (die aus einem hohen Wasserangebot über einen längeren Zeitraum resultiert) zu schnell, so daß dem Strom nur ein enger epigenetischer Durchbruch nach Süden gelang (siehe dazu auch Kap.5).

Ein Vergleich zwischen den Höhen der Terrassen über dem dry season level des Chindwin und den Terrassen des Irrawaddy nach MOVIUS (1943) zeigt, daß es zwischen beiden Stromsystemen große Gemeinsamkeiten gibt (Tab. 16).

Tab.16 Vergleich der Höhenlage der quartären Flußterrassen über dem dry season level von Irrawaddy und Chindwin

Table 16 The altitudes of the quaternary river terraces (above the dry season level) along the Irrawaddy and the Chindwin River

Terrasse terrace	Höhe(m) über dem dry season level von: Altitude(m) above the dry season level	
	Irrawaddy MOVIUS 1943:344	Chindwin UNGER & MYAT HTUT
Holoz.Terrasse	12,1	10,0
Terrasse T4	21,3	24,8
Terrasse T3	33,5	41,2
Terrasse T2	54,8	56,6
Terrasse T1	69,4	74,8
Terrasse T0	?122,9?	118,1

#### 4.4.1.4. Zur Alterseinstufung der pleistozänen Flußterrassen am Chindwin River

##### 4.4.1.4.1. Geologische Kriterien

Der Beginn und das Ende des Pleistozäns sind mit etwa 1,8 (1,6) Mill. Jahren vor heute und etwa 10 000 Jahren vor heute international festgelegt (Tab. 3, 8, 9, 10). Der ältere Abschnitt des Pleistozäns umfaßt den Zeitraum von 1,8 (1,6) Mill. Jahren vor heute bis etwa 800 000 Jahre vor heute, der mittlere Teil dauerte bis etwa 118 000 Jahre vor heute und der jüngste Abschnitt endet bei 10 000 Jahren vor heute (Tab. 8, 9). Größere und kleinere zeitliche Abweichungen von diesen Eckdaten sind in der Literatur möglich.

Die zeitliche Einstufung der pleistozänen Terrassen am Chindwin kann nur im vergleichenden Rückschluß erfolgen, da weder Faunen noch anderes zur Datierung geeignetes Material gefunden wurde.

Zieht man die Vereisungen in Europa zum Vergleich heran, was nach NELSON et al. (1985) statthaft ist, so setzten die großen Vereisungsphasen im Mittelpleistozän, etwa vor 600 000 Jahren ein, nachdem bereits mehrere Kalt- und Warmzeiten vorausgegangen waren. Nimmt man an, daß mit der Terrasse T0 die erste große Vereisung im Himalaya ihre Spuren im Chindwin Becken hinterließ, so muß man diese ersten und bis jetzt höchst-gelagerten Terrassensedimente einem Zeitraum um 600 000 Jahren vor heute zuordnen (Tab. 8, 9). Folglich müßten die nächst jüngeren Terrassen T1 bis T3 am Chindwin weitere Vereisungen im Laufe des Mittelpleistozäns im Himalaya repräsentieren. Die Terrasse T3 wäre demnach um 118 000 Jahre vor heute sedimentiert gewesen. Die Terrasse T4 müßte dem Oberen Pleistozän entsprechen, ihre Schüttung wäre vor etwa 10 000 Jahren beendet gewesen.

Dieses parallel zu den europäischen Vereisungen und Terrassenbildungen aufgestellte Zeitschema für die Terrassenschüttungen am Chindwin läßt sich noch insofern etwas einengen, als die Sedimentation der Upper Irrawaddian Beds nach Faunen Ende des Pliozäns abgeschlossen war. Die Boulder Konglomerat-Stufe ist einerseits mit Sicherheit jünger als die Upper Irrawaddian Beds, jedoch auf Grund ihres petrographischen Habitus und ihrer Mächtigkeit wahrscheinlich älter als die Terrasse T0. Sie wird von einigen Wissenschaftlern (u.a. WADIA 1951) in das Untere

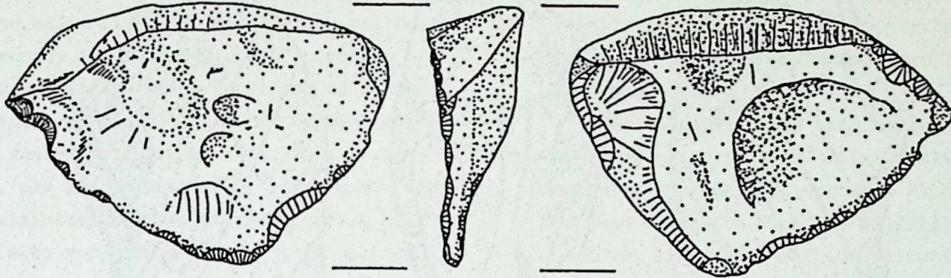
Pleistozän gestellt. Ungeklärt bleibt, welche Sedimente außer den Boulder Konglomeraten dem Unteren Pleistozän, immerhin einem Zeitraum von 0,8 bis 1 Mill. Jahren, zugeordnet werden müssen. Entweder es wurden über diesen langen Zeitraum hinweg ausschließlich die Boulder Konglomerate in wesentlich größeren Mächtigkeiten, als sie heute vorliegen, geschüttet, deren größter Sedimentanteil wieder aufgearbeitet worden sein müßte, oder es lagern zu den Boulder Konglomeraten zeitgleiche Sedimente noch über den Upper Irrawaddian Beds, ohne daß man sie bis jetzt als solche erkannt hat, oder man muß mit einer großen Schichtlücke ohne Sedimentation rechnen. Interpretiert man die Boulder Konglomerate als Zeugen einer großen Gebirgsbildungsphase im südlichen Himalaya und seinen Randbereichen, so wären noch weitere zeitgleiche Sedimente zu erwarten.

Dies sind theoretische Überlegungen, die ohne Detailkenntnisse über ein großes Gebiet im Norden Birmas und an seinen nördlichen Grenzen nicht geklärt werden können. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bezüglich der zeitlichen Einstufung, läßt sich der Beginn der Terrassensedimentation im Chindwin Becken im Unteren Mittelpleistozän, um 600 000 Jahre vor heute und ihr Ende gegen 10 000 Jahre vor heute für die Terrasse T4 festlegen. Diese Eckdaten dürften dem tatsächlichen zeitlichen Rahmen sehr nahe kommen.

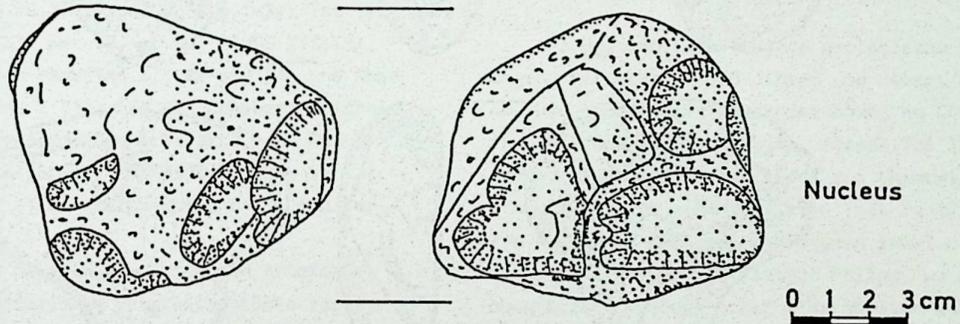
##### 4.4.1.4.2. Archäologische Kriterien

Leider war die wichtigste Literatur zum Problemkreis Quartär und Archäologie Birmas vor Beginn der kurzfristig anberaumten Geländearbeiten 1988 nicht verfügbar; so konnten erst nach der Rückkehr aus dem Gelände die Arbeiten von TEILHARD DE CHARDIN (1938 usw.), DE TERRA & MOVIUS (1943), CHHIBBER (1934a), PASCOE (1973) u.a. studiert werden. Genannte Arbeiten befassen sich ausführlich mit den Flußterrassen am Irrawaddy, ihrer Entstehung und Ausbildung und geben ein umfassendes Bild von den archäologischen Funden. An Hand dieser Literatur muß man im Nachhinein feststellen, daß wegen mangelnder Kenntnisse der Vielfalt an möglichen Formen steinzeitlicher Artefakte wahrscheinlich ein Großteil der Steinwerkzeuge, als von uns nicht als solche erkannt, in den

## Manawtha



## Auk Taung



## Ta-nga II/19 - Goldfield Yet Tet Sa Oo

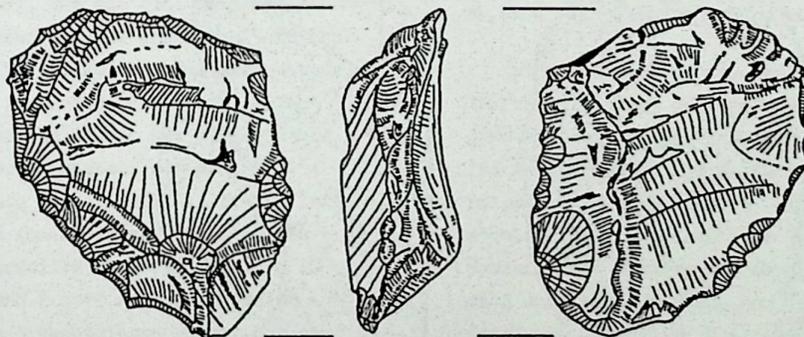


Abb.48 Steinzeit-Artefakte aus Flußterrassen am Chindwin.  
Schaber und Nucleus  
(NANSIMA II,T2; AUK TAUNG III,T3; TA-NGA II,T3)

Fig.48 Stone age implements from the river terrace gravels at the Chindwin River. Chopping-tools made on flat pebbles and nucleus (NANSIMA II,T2; AUK TAUNG III,T3; TA-NGA II, T3)

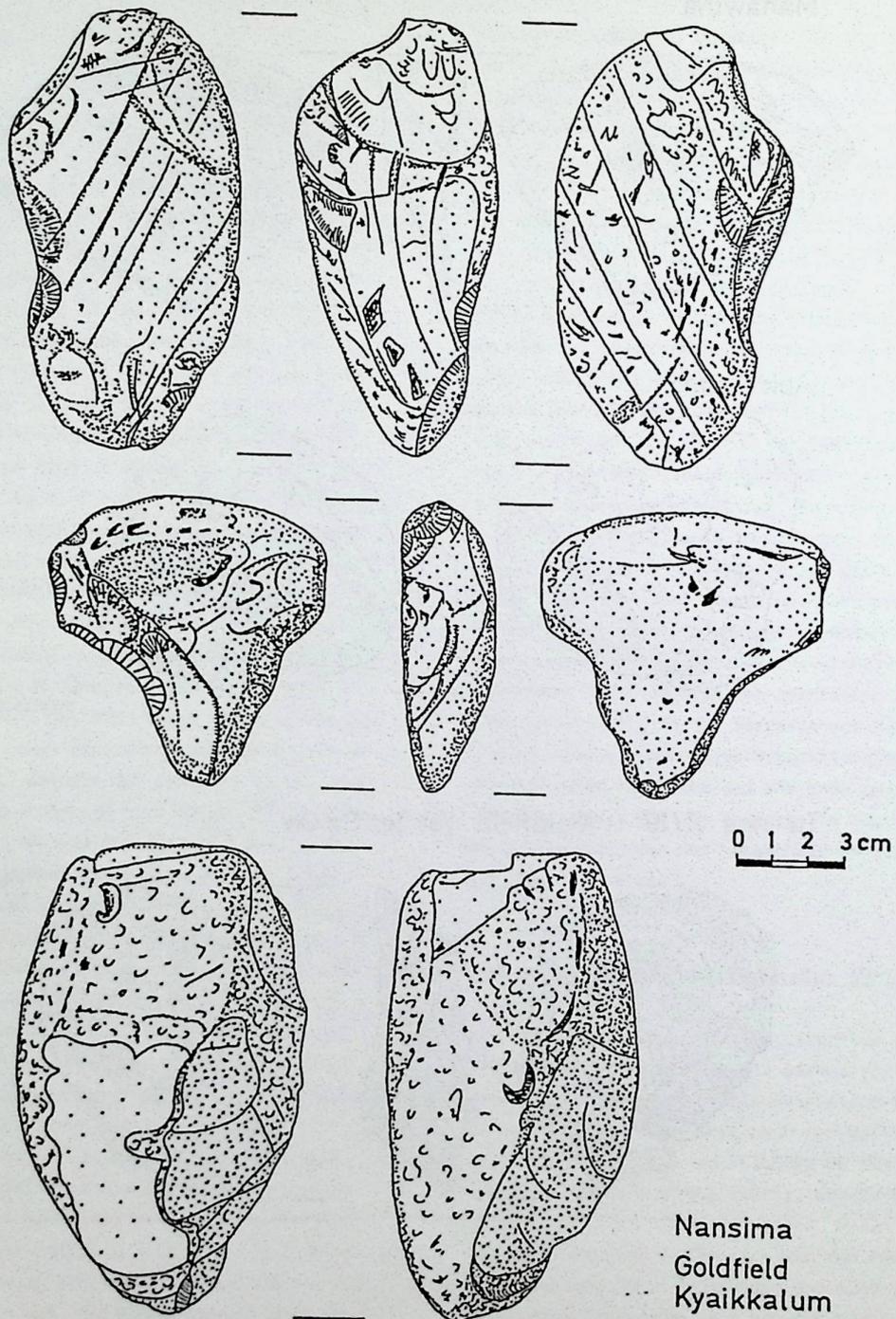


Abb.49 Steinzeit-Artefakte. Stichel und Faustkeile.  
Aus den T4-Terrassenschottern des Goldfeldes  
Kyaikkalum bei Nansima (NANSIMA II)

Fig.49 Stone age implements. Chopping-Tool Made on Flat Pebble and  
Hand-Adzes or Choppers Made on Pebbles. Found in the T4-ter-  
race gravels of the Goldfield Kyaikkalum near Nansima (NANSIMA II)

Abraumhalden der Goldfelder liegen blieb.

Mit den wenigen steinzeitlichen Artefakten, die, als eindeutig erkannt, aufgesammelt wurden, läßt sich im Moment noch keine Zuordnung einer Terrasse zu einer bestimmten steinzeitlichen Stufe bzw. umgekehrt vornehmen. Der Nachweis von Steinzeit-Artefakten in den Terrassen T2, T3 und t4 am Chindwin ermöglicht jedenfalls eine allgemeine Parallelisierung mit den Funden am Irrawaddy (MOVIUS 1943). Die Terrassen T0 und T1 sind sicherlich nicht fundleer; es fehlte einfach das Wissen um die Vielfalt der Formen, die als Werkzeuge des Paläolithikums in Birma in Frage kommen können, wie sie MOVIUS (1943) beschreibt. Auch daß die Paläolithiker bevorzugt versteinertes Holz für ihre Artefakte verwendeten, war uns im Gelände nicht bekannt.

Die wenigen, als sicher erkannten, aufgesammelten Artefakte stammen aus den Abraumhalden folgender Goldfelder (Abb.48,49,50; Tafel 8, Fig.1-3): Yet Tet Sa Oo (TA-NGA II;T3), Nat Taung (AUK TAUNG III;T3), Mawha und Kyaikkalum (NANSIMA II; T2 und T4) und Shwe Kyin Taung (MANAWTHA I;T4). Die als Schaber, Stichel und Faustkeile einzuordnenden Artefakte sind Durchläufer im paläolithischen Formenbestand, ebenso ist der Nucleus ein in allen steinzeitlichen Stufen vertretenes Artefakt.

Allein die als Gewürzmühle erkannten Artefakte können, wenn stratifizierte Vergleichsstücke vorliegen werden, eine Datierung ermöglichen (Abb.50; Tafel 9, Fig.1,2).

Eine zeitliche Einstufung der Flußterrassen am Chindwin mit Hilfe der gefundenen Artefakte ist jedenfalls im Moment noch nicht möglich. Nach Vergleichen mit MOVIUS (1943), der mit einem umfangreichen Fundmaterial vom Irrawaddy eine archäologische Stufengliederung des Birma-Paläolithikums erarbeitete, kann jedoch so viel zum Chindwin-Material gesagt werden, daß es wahrscheinlich in das Mittlere bis Jüngere Paläolithikum eingestuft werden muß. MOVIUS (1943) benannte die paläolithischen Kulturen Birmas als Anyathian (nach birmanisch an-ya-tha = Upper Burma) und unterteilte das Paläolithikum in 3 Early Anyathian- und 2 Late Anyathian-Stufen (Tab.8). Nach seinen Erkenntnissen entspricht das Early Anyathian den alt- bis mittelpaläolithischen Perioden Europas, das Late Anyathian der jung-paläolithischen Periode.

Die paläolithischen Artefakte aus den Terrassen T2 bis T4 am Chindwin lassen sich nach MOVIUS (1943), setzt man die Terrassen am Chindwin denen am Irrawaddy zeitlich gleich, dem obersten Early Anyathian und dem Late Anyathian parallelisieren (Tab.8), einem Zeitraum zwischen 370 000 bis 10 000 Jahren vor heute. Im Vergleich mit China (TEILHARD DE CHAR-DIN 1940, 1941) wäre die Terrasse T3 am Chindwin mit

der Lokalität Nr.15 von Choukoutien in der Nähe von Peking (Fundstelle des homo sinanthropus), die Terrasse T4 mit der "Upper cave" des Late Pleistocene, dem Fundpunkt eines homo sapiens, gleichzusetzen.

Relikte des Mesolithikums (10 000-5 000 Jahre vor heute) und des Neolithikums (5 000-2 000 Jahre vor heute) dürften sich, im Gegensatz zu denen des Paläolithikums, die innerhalb der Terrassenschotter lagern, an der Erdoberfläche, verstreut über alle Terrassen, finden.

Jedenfalls wird die oben vermutete und in Rückkoppelung mit Europa erfolgte zeitliche Umgrenzung der Entstehung der pleistozänen Flußterrassen am Chindwin durch den Nachweis paläolithischer Kulturen und ihrer Artefakte wahrscheinlicher.

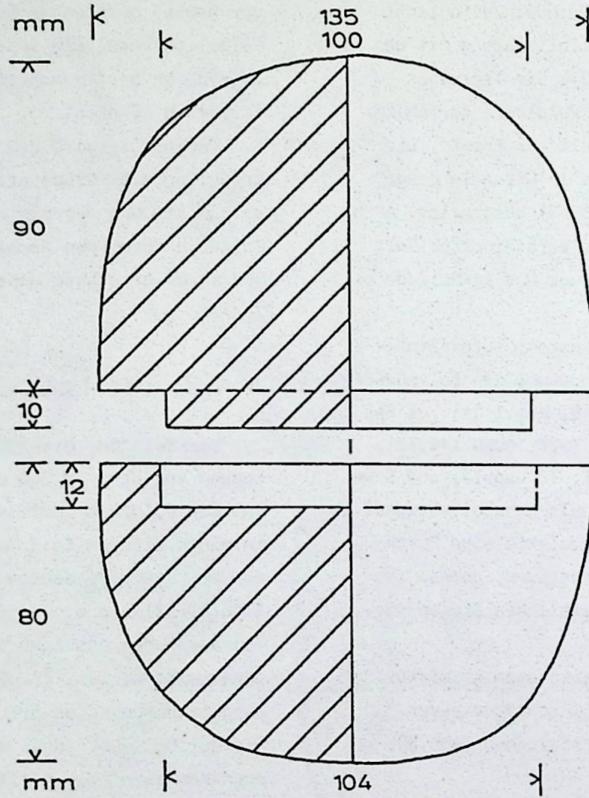
#### 4.4.2. Die holozäne Flußterrasse

Das Holozän, die jüngste geologische Epoche, begann vor etwa 10 000 Jahren und dauert noch immer an. Die holozäne Terrassenverebnung am Chindwin kann in einen älteren Teil (qhā), dessen Top 10-15 m über dem heutigen dry season level des Chindwin liegt (Tab.11,12) und einen jüngeren Teil (qhj), dessen Top 4-8 m den heutigen dry season level überragt, unterteilt werden. In einigen Fällen, wo die Trennung beider Niveaus problemlos möglich war, wurde sie durchgeführt, doch muß es Aufgabe einer Detailaufnahme sein, die Differenzierungen der qh-Verebnungen durchzuführen.

##### 4.4.2.1. Petrographischer Aufbau

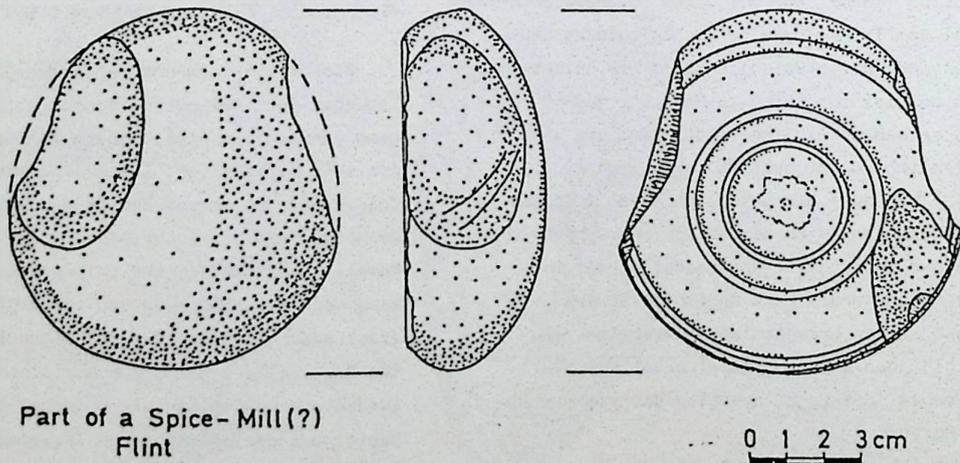
Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich die qh-Terrasse in ihrem petrographischen Habitus grundlegend von den pleistozänen Terrassen. Der Aufbau ist sehr einheitlich. Selten, meistens in qhā-Abschnitten, wurden im unteren Teil des Profils geringmächtige Fein- bis Grobkiese beobachtet (südlich von Homalin, bei Mawlaik und im Süden bei Mingin). Sie sind nach ihrer Körnung und ihren Geröllkomponenten (fast ausschließlich Quarze) eindeutig als umgelagertes Material aus dem grobklastischen Tertiär im Liegenden und nur selten als umgelagertes Schottermaterial aus den pleistozänen Terrassen zu interpretieren. Im allgemeinen werden die qh-Terrassen ganz oder teilweise von lose gelagerten oder kreuzgeschichteten Fein- bis Grobmittelsanden aufgebaut, die lagenweise schluffig ausgebildet sein können. Der Schluffgehalt nimmt generell nach oben im Profil zu und es werden alle Übergänge bis zu feinsandigem Schluff beobachtet (Abb.51). Kalkgehalt konnte keiner festgestellt werden.

Manawtha - Goldfield Shwe Kyin Taung



Spice-Mill  
 Glauconitic Sandstone  
 green-gray

Nansima - Goldfield Kyaikkalum



Part of a Spice-Mill(?)  
 Flint

Abb.50 Steinzeit-Artefakte. Gewürzmühlen aus Stein aus den Goldfeldern Shwe Kyin Taung (MANAWTHA I,T4) und Kyaikkalum (NANSIMA II,T4)

Fig.50 Stone age implements. Spice.mills from the goldfields Shwe Kyin Taung (MANAWTHA I,T4) and Kyaikkalum (NANSIMA II,T4)

Die Farbe der qh-Terrassensedimente ist graugelb, manchmal, wenn eine qh-Fläche mehrere Jahre in der Regenzeit nicht überflutet wurde, kann am Top eine humose Verfärbung auftreten (Tafel 9, Fig.3). Innerhalb der holozänen Sedimente waren in keinem Profil rot-oder braun-gefärbte Zwischenlagen als Hinweis auf alte Grundwasserstandsmarken festzustellen.

Die Gesamtmächtigkeit der holozänen Terrassen schwankt zwischen 4-15 Metern. Sie lagern direkt auf dem tertiären Untergrund, selten auf Schotterresten der erodierten T-Terrasse (siehe Abb.40).

#### 4.4.2.2. Die holozäne Verebnung (Abb.52)

Auf Grund ihrer Höhenlage über dem Fluß und ihres petrographischen Erscheinungsbildes läßt sich die qh-Terrasse eindeutig ansprechen.

Sie wird vom heutigen Chindwin laufend anero- diert und abgetragen und in ihren tieferen Abschnit- ten (qhj und tiefer liegende Teile von qhä) in der Regenzeit regelmäßig überflutet. Höhere Terrassenab- schnitte von qhä können bei extremen Hochwässern in der Regenzeit noch erreicht und unter Wasser ge- setzt werden. Die Benennung "flood plain" generell für die qh-Terrasse und die "Jüngsten Alluvionen" einzuführen wurde nicht für sinnvoll erachtet, da es sich um einen geomorphologischen Begriff handelt, der ein Ereignis und seine Folgen (Überflutung und überfluteter Bereich) im fluviatilen Geschehen eines Flusses umschreibt, jedoch keine stratigraphische Aussage beinhaltet. Auch fiel mit dieser Bezeich- nung eine Differenzierung in qhä, qhj und "Jüngste Alluvionen" weg.

Im Übrigen kann auch nicht bewiesen werden, daß die ganze qh-Terrasse bis zu ihren höchsten Lagen in jeder Regenzeit überflutet wird. Nach den Aussa- gen der Einheimischen gibt es weite Flächen auf der qh-Terrasse, die von den jährlichen Hochwässern, auch wenn sie extrem hoch sind, nie erreicht werden. Aus unseren Beobachtungen und nach diesen Aussagen der Bevölkerung ist, ohne durch eine gezielte Ver- messung die Richtigkeit dieser Aussage untermauern zu können, es wahrscheinlich, daß es innerhalb der qh-Terrasse mehr als 2 Stufen geben wird.

Die mit qh-Sedimenten (einschließlich der "Jüng- sten Alluvionen") überdeckte Fläche im Chindwin Tal ist mit 1183 qkm relativ klein (Abb.52).

Die Höhe der qh-Terrasse liegt bei Tatkon um +89 m NN, bei Homalin in +136 m NN (Tab.13). Ihre Höhe über dem dry season level des Chindwin kann zwischen 4-15 m schwanken (Tab.11,12).

In seltenen Fällen, wie beispielsweise bei Tat- kon und bei Thaugdut, lagern an der Basis der qh- Terrasse wechselnd mächtige Erosionsreste von Schot- tern der pleistozänen T4-Terrasse. In diesen Fällen wurde die ursprüngliche Mächtigkeit der T4-Terrassen- schotter auf 1-3 m erosiv reduziert. Anschließend wurden eindeutig anzusprechende holozäne Sedimente über diese pleistozänen Terrassenschotter geschüt- tet (Abb.40).

Besonders eindrucksvoll war ein Rest dieser T4- Schotter, ehemals von qh-Sedimenten überdeckt, heu- te bereits wieder freiliegend, bei Thaugdut aufge- schlossen (Tafel 10, Fig.1). Der durch die Verwitte- rung stark Fe-gefärbte und verbackene Top der pleis- tozänen Terrassenschotter lagert etwa 3 m über dem dry season level des Chindwin. Zwischen den Geröllen

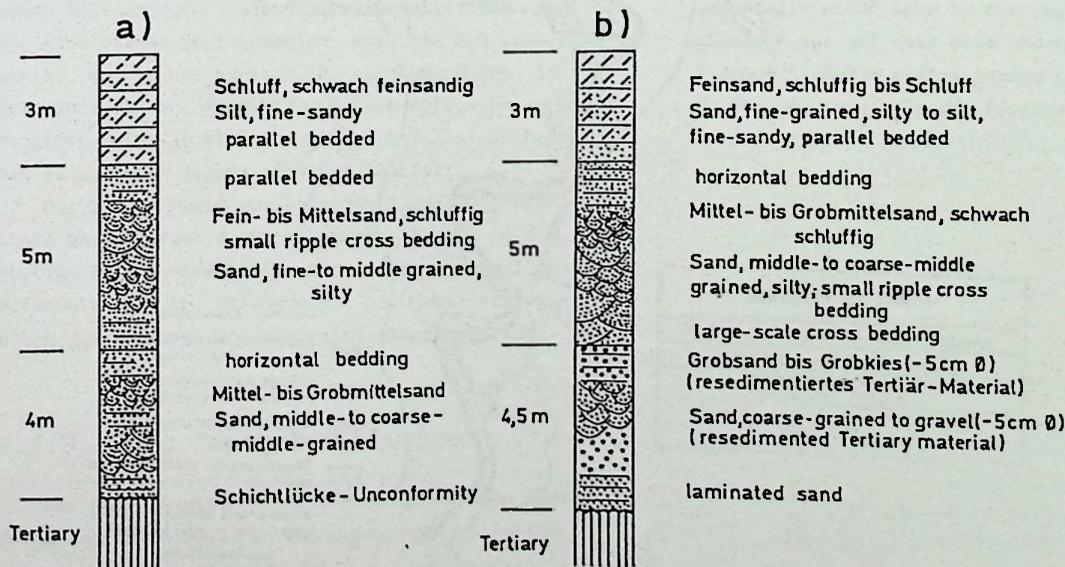


Abb.51 Der Aufbau von qh am Chindwin River (generalisiert)  
a) Jüngeres Holozän b) Älteres Holozän

Fig.51 The sequence of qh in the Chindwin River valley (schematically)  
a) Younger Holocene b) Older Holocene

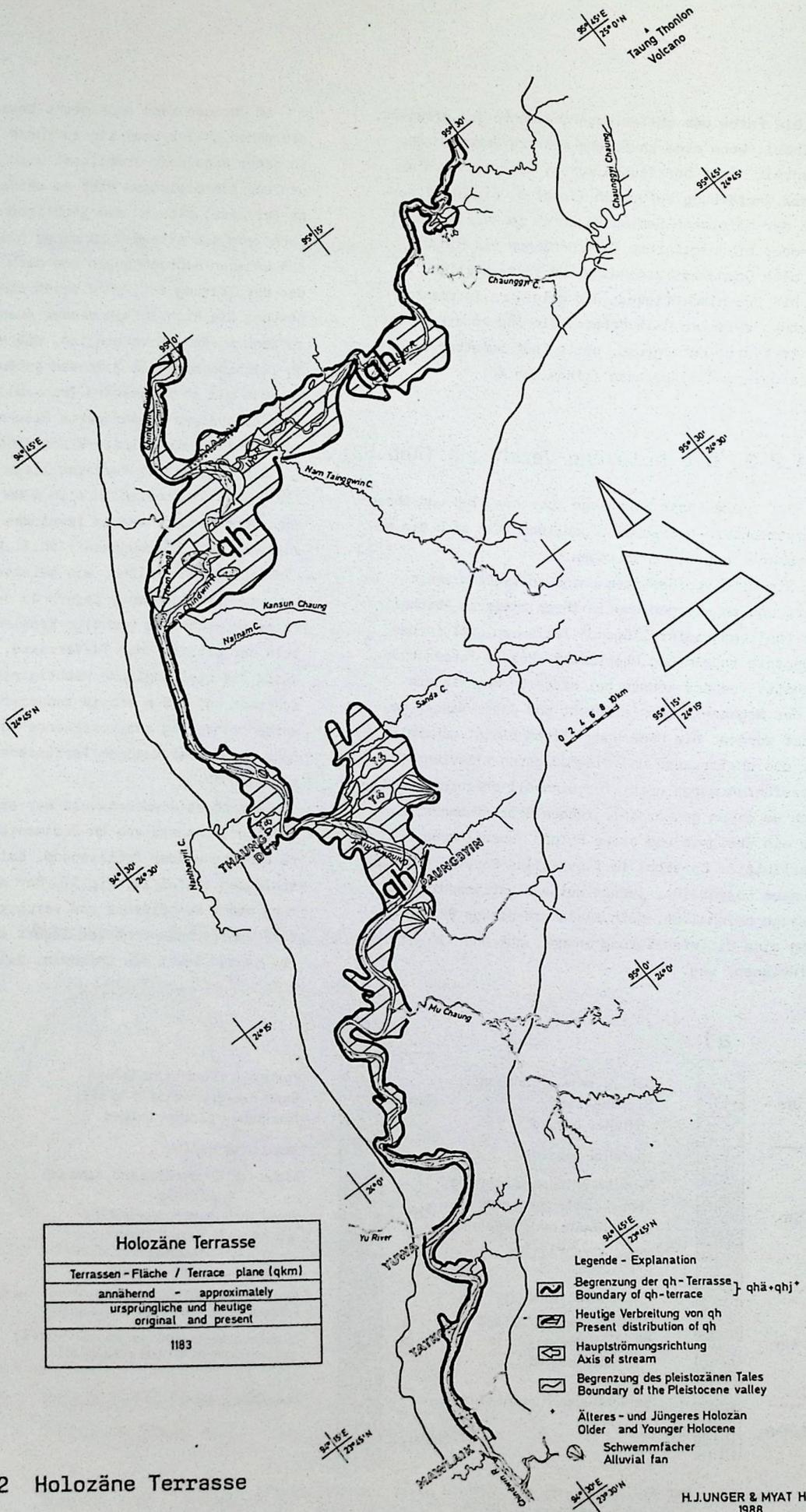


Abb.52 Holozäne Terrasse

Fig.52 Holocene terrace

fanden sich, eingebettet und z.T. verbacken, mittelalterliche Keramik und steinzeitliche Silexabschläge.

Im Gegensatz zur T4-Zeit, in der die Existenz des Uyu River nicht ohne weiteres, das heißt ohne umfassende Untersuchungen am Zwischenrücken Nwetemon Taungdan, nachweisbar sein dürfte, ist der Uyu River zur qh-Zeit sicherlich ein eigenständiger Fluß gewesen. Der Chindwin floß im Holozän nur noch westlich des Nwetemon Taungdan nach Süden. Mit dem Holozän hatte das Chindwin Stromtal seine heutige Ausformung erreicht.

Das in den qh-Terrassen abgelagerte feinkörnige Sedimentmaterial verdeutlicht, daß das Wasser- und Sedimentangebot des Chindwin in der Gesamtbilanz merklich weniger geworden war. Die qh-Terrassen bauen sich petrographisch hauptsächlich aus aufgearbeitetem und resedimentiertem Material auf, das aus den älteren Terrassen, hauptsächlich der T4-Terrasse und von dem unterlagernden Sedimenten des Tertiärs stammt. Das heutige Einzugsgebiet des Stromes liefert demgegenüber wahrscheinlich einen geringeren Teil des Sedimentmaterials. Daß ein Teil der qh-Sedimente und der "Jüngsten Alluvionen" aus aufgearbeiteten Sedimenten der pleistozänen Terrassen herzu-leiten ist, beweisen die öfters zu beobachtenden Goldwäschen am Fuße der qh-Terrassen und in den "Jüngsten Alluvionen" (Tafel 10, Fig.2).

#### 4.4.2.3. Zur Alterseinstufung der holozänen Terrassen

Der Beginn des Holozäns wird auf 10 000 Jahre vor heute gelegt. Ab diesem Zeitpunkt datiert man auch das Postglazial. Die qh-Terrassen sind die typischen Ablagerungen dieses Zeitabschnitts. Wann man das Ende dieser Sedimentation ansetzen muß, bleibt unklar, da wir uns heute noch, strenggenommen, im Holozän befinden. Auch die jüngsten Ablagerungen im heutigen Chindwin Flußbett sind ebenfalls als holozän einzustufen (siehe nächstes Kapitel).

Die in der heute vorliegenden Ausbildung erhaltenen qh-Terrassen dürften, abgestuft, bis in die heutige Zeit sedimentiert worden sein. Mehrmalige Aufarbeitungen und Umlagerungen des Materials, vor allem des Jüngeren Holozän, sind wahrscheinlich.

#### 4.4.3. Das "Jüngste Alluvium"

Die dem "Jüngsten Alluvium" zuzuweisenden Sedimente lagern im heutigen Chindwin-Flußbett in der

dry season als Sandbänke und als geringmächtige schluffig-feinsandige Rückstände aus den jährlichen Überflutungen auf Teilen der qh-Terrasse.

Petrographisch handelt es sich um hellgraue Fein- bis Grobsande im heutigen Strombett (auf der qh-Terrasse feinsandiger Schluff), selten etwas schluffig, mit Kieslagen und -linsen durchsetzt, die sich hauptsächlich aus umgelagerten Sedimenten der qh-Terrasse, wenig Kiesen aus den pleistozänen Terrassen und offensichtlich viel aufgearbeitetem Tertiärmaterial (gelegentlich auch Grobkiesen bis 6 cm Ø) zusammensetzen.

Außer im Flußabschnitt zwischen Homalin und dem Beginn der Stromengstelle nördlich von Myenga, wo auch im Stromstrich lockere Sedimente der jüngsten Zeit nachgewiesen wurden (Abb.52), fließt der Chindwin heute direkt auf dem anstehenden, hart gelagerten Tertiär. Dies wurde durch Staken vom Boot aus festgestellt. Das heißt, daß sich der Untergrund offensichtlich weiter hebt und der Strom sich auch heute noch epigenetisch in das unterlagernde Tertiär einfräsen muß. Deshalb finden sich nur am Rande des Strombetts und in Stillwasserbereichen außerhalb des Hauptstromstriches oder in Fangstrukturen der das Flußbett kreuzenden harten Tertiärbänke Ablagerungen, die man dem "Jüngsten Alluvium" zuordnen kann. Im letzteren Fall bilden sich dann die für die Flußschiffahrt so tückischen Sandbänke knapp unter der Wasseroberfläche, die, sich an Nord-Südstreichenden und nach Osten einfallenden harten Gesteinsbänken orientierend, das Strombett durchziehen, wie beispielsweise nördlich von Tatkon.

Die Sedimente des "Jüngsten Alluvium" sind dauernd in Bewegung. Mit jedem Hochwasser werden sie aufgearbeitet und verlagert. Der Strom ist heute jedenfalls nicht mehr in der Lage, Terrassen, wie sie noch zur qh-Zeit entstanden, aufzubauen. Sein Transportvolumen reicht gerade noch für Erosion und Umlagerung innerhalb des heutigen Strombetts aus.

## 5. Bemerkungen zum Sedimentationsablauf und der Tektonik zwischen dem Obermiozän und dem Holozän im Oberen Chindwin-Becken

In dem bis zu 85 km breiten Chindwin Tal (Beilage) lagern die oben beschriebenen Terrassen nun allerdings nicht, wie im schematisierten Profil dargestellt (Abb.38), horizontal und vertikal geordnet vom jüngsten zum ältesten zwischen heutigem Fluß und pleistozänem Talrand, sondern das Lagerungsbild wird durch hochaufragende Rippen aus harten Tertiärgesteinen erheblich verkompliziert (Tafel 1, Fig.1). Diese Rippen aus Gesteinen des Tertiärs streichen in etwa Nord-Süd und fallen mit bis zu 30° gegen Osten zum Beckentiefsten ein (Abb.2,3,53). Sie überragen den heutigen Fluß bis zu 100 Meter und sie sind, soweit sie die Höhe des TO-Terrassenniveaus erreichen, meistens durch Erosionsterrassen gegliedert, die entsprechend ihrer NN-Höhe mit den jeweiligen zeitgleichen Akkumulationsterrassen korrespondieren.

Dieses komplizierte Lagerungsbild erfordert eine Interpretation des fluviatilen Geschehens im Chindwin Tal und der Sedimentationsabläufe im Zusammenhang mit den tektonischen Bewegungen, die in diesem Raum bis in die jüngste geologische Zeit wirksam sind.

Über die plattentektonischen Vorgänge der letzten 100 Mill. Jahre im Umfeld der indischen und asiatischen Platten berichteten u.a. BANNERT & HELMCKE (1981), BENDER et al. (1983) und STEPHENSON & MARSHALL (1984). GANSSER (1966:843) schreibt zum Ablauf der Bewegungen Folgendes: "As we have seen, the Himalayan orogeny began in the Upper Cretaceous after a long period of sedimentation in the northern part which had continued since the late precambrian, interrupted only by epeirogenic, not orogenic disturbances. Thrusting must have been active mainly towards the end of the Tertiary and in the early Pleistocene; along the Main Boundary Fault the Lower Himalayas are thrust over Lower Pleistocene Upper Siwaliks. Later in the Pleistocene the morphogenic phase (ein von GANSSER neu eingeführter Terminus) began with mostly vertical uplifts, the formation of the present day morphological range and the onset of strong erosion. This phase continues at the present time".

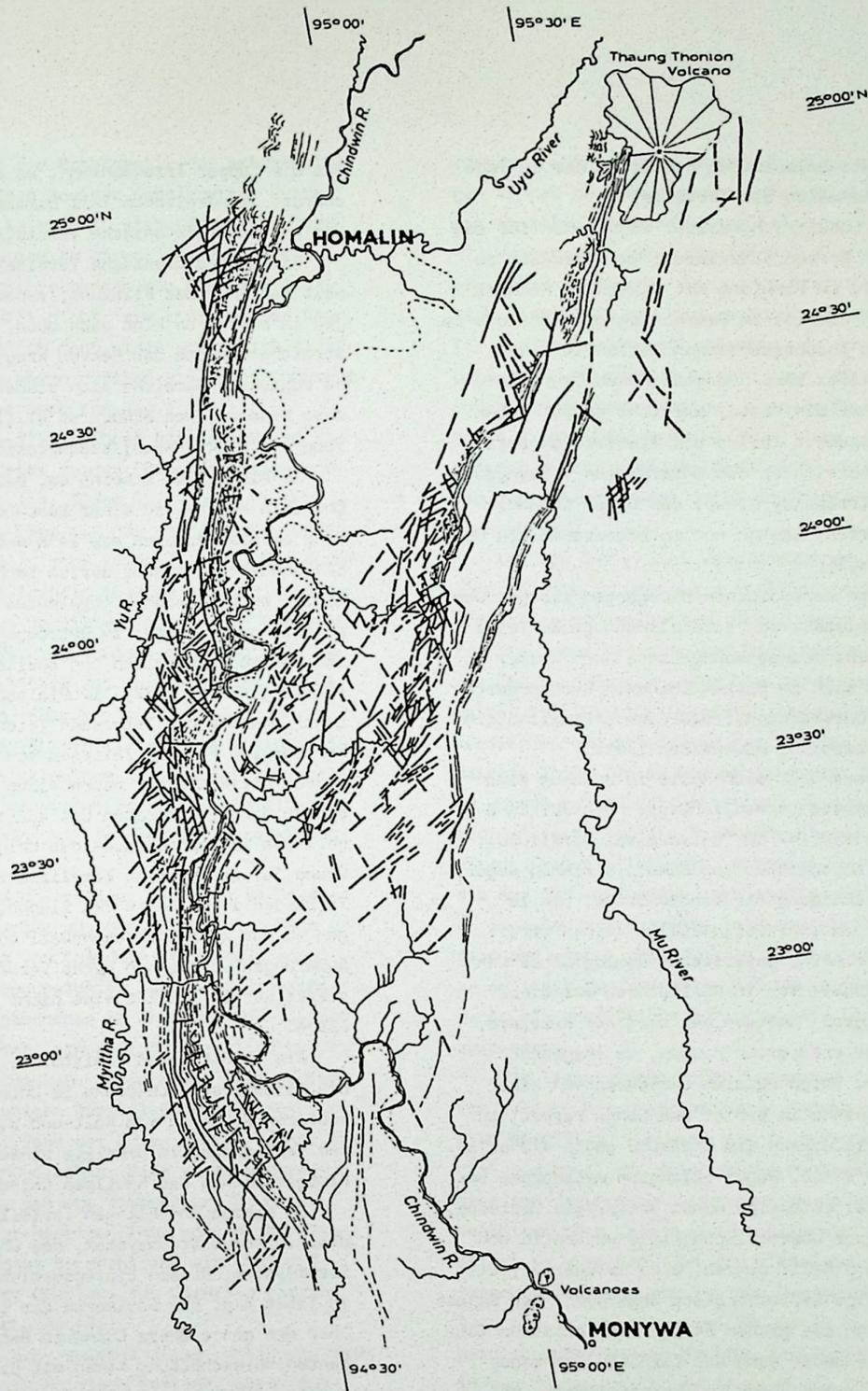
Zur Entwicklung des Indischen Ozeans und des Himalaya bemerkt GANSSER (1966:845): "... This uplift, active in the late Quaternary, still continues, and the present mountain range is being attached by a strong, active erosion. The drainage system had already been diverted to the south towards the end of

the north drift of the Indian Shield, which was probably largely, but not completely responsible for the uplift of the Tibetan Mass. Large rivers emptied into the Indian Ocean west and east of the Indian Shield. During the strong morphogenetic phase the erosion of the main rivers, the Indus and Brahmaputra, kept pace with the rising Himalayas and, together with the Arun river, cut through the ranges where the highest mountains exist at present".

Man muß sich vergegenwärtigen, daß die Indobirmanischen Ketten erst während des Miozäns auftauchten (BANNERT & HELMCKE 1981) und daß die Subduktion entlang der Westküste Birmas im Obermiozän erst zu Überschiebungen im Nordabschnitt der Indobirmanischen Ketten geführt hat. Diese großregionalen tektonischen Abläufe spiegeln sich natürlich im engbegrenzten Oberen Chindwin Becken, nur liegt die Schwierigkeit für uns darin, diese überregionalen Vorgänge ab dem Obermiozän auf den betrachteten Raum des Oberen Chindwin Beckens umzusetzen.

Einige Bemerkungen zur Fotolineationskarte, die Kollege Dr. STREIT (Bayerisches Geologisches Landesamt, München) aus den von Dr. MOLLAT (BGR, Hannover) zur Verfügung gestellten Landsat-Aufnahmen dankenswerterweise erarbeitete (Abb.53): Leider erbrachte die Gegend südlich und östlich von Homalin auf Grund ihres dichten Bewuchses keine Informationen. Zwischen 23°30'N und 24°00'N erkennt man am Verlauf der ausstreichenden Schichten und Schichtköpfe ein umlaufendes Streichen. Zieht man den Verlauf der in dieser Karte ausgeschiedenen Lineamente zur Interpretation heran, so scheint das von BENDER et al. (1983) als 24°N-Hoch ausgewiesene Gebiet mit höheren Hebungsraten des Untergrundes Teil einer NE-SW-streichenden Zone zu sein, die durch den Vulkan Taung Thonlon im Norden unterbrochen wird. Derselben Orientierung folgen übrigens viele der südlich 23°30'N ausgewiesenen Lineamente.

Das Streichen der Lineamente legt die Vermutung nahe, daß die NE-SW-streichenden Hebungszonen, wo sie das Obere Chindwin Becken kreuzen, die eigentliche Ursache für die Entstehung der von BENDER et al. (1983) ausgewiesenen Hochlagen (24°N-Hoch; 22°N-Hoch) im Untergrund sind, an denen sich das sedimentäre Geschehen im Tertiär orientierte. Diese Hochzonen zeigen sich in der Fotolineationskarte



Legende - Explanation

- |   |  |
|---|--|
| <p> Quartärabgrenzung<br/>Boundary between Quaternary fluvial terraces and Tertiary sediments</p> <p> Schichtköpfe mit Einfallsrichtung<br/>Ridges of resistant dipping strata with dip direction (arrow)</p> <p> Ausstreichende Schichten und Schichtköpfe<br/>Series of ridges and valleys formed by alternating resistant and nonresistant sediment layers of a folded unit</p> | <p> Lineamente (Klutzonen und Verwerfungen)<br/>Fault-lines and lines formed by major joints</p> <p>Satellitenbilddauswertung: R. STREIT (GLA München)<br/>NASA LANDSAT E-2 No. 763-031 12-7 (23. Februar 1977)<br/>E-2 No. 781-031 10-7 (13. März 1977)<br/>BGR Inv Nrs: 144 043, 144 044</p> |
|---|--|

Abb.53 Fotolineationskarte des Oberen Chindwin Beckens  
(nach R.STREIT, Bayerisches Geologisches Landesamt, München)

Fig.53 Photolineation map of the Upper Chindwin Basin  
(after R.STREIT, Bayerisches Geologisches Landesamt, München)

als Bereiche mit umlaufendem Streichen der zu Tage anstehenden Sedimente des Tertiärs.

Folgenden Entwicklungsablauf könnte man für das Obere Chindwin Becken skizzieren: Im Gegensatz zu GANSSER (1966), im Einklang mit BANNERT & HELMCKE (1981) dürften bereits im Obermiozän der Himalaya im Norden und die Indobirmanischen Ketten im Westen des Chindwin Tales ihre höchsten Höhen (etwa 2000 bis 4000 m höher als heute) erreicht gehabt haben. Ihr Abtragungsschutt füllte als fluviatiles Sedimentmaterial bereits ab dem Untermiozän (Thaungdut-, Kaungton- und Irrawaddy Group) das Obere Chindwin Becken von Norden, Westen und untergeordnet von Osten auf (Tab.2,3).

Die starken tektonischen Bewegungen klangen wohl Ende des Obermiozäns ab, doch blieben große Teile des Himalaya und seiner Randgebiete auch weiter in Bewegung, was sich im Oberen Chindwin Becken durch Hebungen des Untergrundes, die sich offensichtlich bis heute fortsetzen, nachweisen läßt.

Der Himalaya hebt sich heute im Jahr um etwa 7 mm (Erosionsrate berücksichtigt; nach BUTLER & PRIOR, Nature 333:247 in: Universitas 43/9:1030); in einzelnen Abschnitten des Himalaya können sogar, ohne Berücksichtigung der Erosionsrate, bis zu 20 cm Hebung pro Jahr festgestellt werden (frdl. mündl. Mitt. Dr. APEL, Bayerisches Geologisches Landesamt, 2.9.1988). Vor 10 Mill. Jahren war diese Rate halb so groß. Seitdem hat sich der Himalaya, nach Abzug der erodierten Massen, um insgesamt 10 km gehoben. Obige Autoren berichten von einer Überschiebungszone im Gebiet des Nanga Parbat, an der vor 50 Mill. Jahren die indische gegen die asiatische Platte stieß. Dabei gelangten metamorphe Serien auf junge, metamorph nicht überprägte Gesteine. Im Umfeld dieser Überschiebungszone wurden in den vergangenen 1,3 Mill. Jahren, also im Quartär, bis zu 6 km mächtige Sedimentpakete abgeräumt. Den Schutt transportierten die großen Ströme des indischen Subkontinents, zu denen auch das Chindwin-Irrawaddy-System gehört, nach Süden ab. Beispielsweise verfrachtet der Indus heute noch täglich 5 Mill. Tonnen Sediment in Richtung des Indischen Ozeans.

Bis heute bewegen sich die Indobirmanischen Ketten von der asiatischen Platte weg gegen Westen, was zur tektonischen Zerlegung und Einmündung des Innerbirmanischen Tertiär-Beckens führte (BANNERT & HELMCKE 1981:454, Fig.2). Diese Einmündung dürfte allerdings bereits vor dem Sedimentationsende der Irrawaddy Gruppe, also im Pliozän, abgeklungen resp. von der Hebungstendenz aufgehoben worden sein. Sowohl CHHIBBER (1934a) als auch PASCOE (1973) schreiben,

das die "Upper Irrawaddian", wo sie sich als Erosionsrest im nördlichen Teil Birmas erhalten haben, nur schwache tektonische Verstellungen aufweisen.

Das Innerbirmanische Tertiär-Becken bewegt sich seit dem Ende des Pliozäns, zusammen mit den Gebirgen im Westen en bloc nach oben, wobei in NE-SW-streichenden und das Becken kreuzenden Zonen einzelne regionale Bereiche sich schneller als andere nach oben bewegen, was BENDER et al. (1983) als "uplifting zone" (z.B. 24°N-Hoch) beschrieben.

Im Pleistozän scheint es, bezogen auf das Obere Chindwin Becken, zu einer Beschleunigung dieser Hebung um bzw. nördlich des 24°N-Hoch gekommen zu sein. Ein ähnlicher Vorgang dürfte im Unter- bis Mittelmiozän bereits einmal abgelaufen sein, was zu einem auffallenden Wechsel im petrographischen Habitus der Sedimente nördlich und südlich dieser Hochlage führte (BANNERT 1977). Im Pleistozän müßte nach dem Lagerungsbild der Terrassen (siehe Beilage) sich dieser Vorgang etwa im Zeitraum von T0 und T1 verstärkt haben. Darin dürfte, neben einem für die Erosion dieser harten Schichten des aufragenden Tertiärs zu geringen Wasserangebotes des Chindwin River, der Grund für das heutige komplizierte Lagerungsbild der Terrassen im Chindwin Tal liegen. Ob diese Bewegungen um das 24°N-Hoch eventuell durch vulkanische Äußerungen wenn schon nicht verursacht so doch verstärkt wurden, bleibt eine nicht zu beantwortende Frage.

Als im Mittleren Pleistozän, nach der beginnenden Klimaverschlechterung im Unteren Pleistozän mit mehreren Wechseln von Kalt- und Warmzeiten, die grossen Vereisungen im Himalaya einsetzten, begann die Flußgeschichte des heutigen Chindwin River.

Im Miozän und Pliozän verteilte noch ein großes distributäres Stromsystem, das Chindwin-Irrawaddy-Stromsystem, dessen Einzugsgebiet wahrscheinlich in Tibet lag, die Sedimente der Irrawaddy Gruppe über das ganze Obere Chindwin Becken. Zu dieser dominanten Nordschüttung kamen mit Sicherheit Einschüttungen von Westen und Osten. Auch im Unteren Pleistozän scheint noch ein einziges großes Stromsystem, wenn auch schon abgeschwächt, Birma von Norden her durchströmt und erosiv verändert zu haben. Daß das Einzugsgebiet dieses Stromsystems damals noch im tibetischen Raum lag, wird vermutet; Beweise für diese Annahme gibt es nur wenige, eventuell muß man die Reste von Terrassenschottern westlich des Chaukan Passes im Dihing Tal diesem Schüttungsgeschehen zuordnen. Wahrscheinlich fand aber im Unteren Pleistozän schrittweise bereits die Rückkoppelung des Chindwin-Irrawaddy-Systems auf seine heutigen Quell-

regionen statt. Auf die Problematik der wahrscheinlich unterpleistozänen Boulder Konglomerate wurde bereits verwiesen. Es handelt sich um mehrere sehr eng begrenzte Vorkommen in Birma, deren Genese aus den vorliegenden Beschreibungen von CHHIBBER (1934 a,b) und PASCOE (1973) nicht ermittelt werden kann, die aber offensichtlich doch einen wesentlich differenzierteren Aufbau haben dürften als bisher angenommen wurde (siehe dazu auch Kap.4.4.1.1.).

CHHIBBER (1934a:275) rechnet beispielsweise das Uyu Boulder Konglomerat zu den "Post-Tertiary-Deposits" und stellt es ins "Older Alluvium". Er gibt zwar eine Übersicht über die das Konglomerat aufbauenden Gesteine, stellt aber keine Überlegungen darüber an, woher diese Gerölle stammen könnten. Jedenfalls können aus dem Geröllbestand und der Lagerung des Tanai-Hka- und des Uyu Boulder Konglomerates im Moment keine Rückschlüsse auf ihre Herkunft und Genese gezogen werden. Akzeptiert man die von uns weiter oben gegebene Interpretation des Schichtaufbaus des Uyu Boulder Konglomerats und der wahrscheinlichen stratigraphischen Zuordnung der einzelnen Lagen, so ergeben sich völlig neue Interpretationsansätze.

Läßt man allerdings gelten, daß auch im Unterpleistozän dieses große aus dem tibetischen Raum gespeiste Stromsystem von Chindwin-Irrawaddy, wenn auch bereits in abgeschwächter Form, das Erosions- und Sedimentationsgeschehen im Chindwin Tal diktiert (Abb.36), so kommt ein Zufluß eigentlich nur über den heutigen Chaukan Paß in Frage. Eine Zufuhr über die beiden heutigen Quellflußregionen des Irrawaddy ist fraglich; über das Putao Becken könnte jedoch ein Weg bestanden haben. Dies würde andererseits voraussetzen, daß der Brahmaputra im Unterpleistozän in seiner heutigen Form noch nicht existierte und der Tsangpo tatsächlich, wie CHHIBBER (1934a) annimmt, der Oberlauf des Chindwin bis in diese Zeit war (siehe Abb.36).

Jedenfalls muß man, solange diese Verbindung nach Norden ins tibetische Hochland bestand, davon ausgehen, daß man es mit einem einzigen, sehr großen Stromsystem zu tun hatte, eben dem Chindwin-Irrawaddy-System. Keinesfalls ist damals eine Trennung in ein Chindwin- und in ein Irrawaddy-System durchführbar. Für ein einziges großes Stromsystem spricht, das auch nach der Abkoppelung vom Tsangpo noch bis in das Oberpleistozän Bestand hatte, die relativ gute Korrelierbarkeit der Höhen der einzelnen zeitgleichen Terrassen an beiden heutigen Strömen (Tab. 16). Das heißt also, daß im Mittel- und Oberpleistozän zwischen den sich inzwischen ausbildenden eigenständigen Stromsystemen von Chindwin und Irrawaddy noch immer kommunizierende Verbindungen be-

standen haben müssen. Diese Vielzahl von offenen Fragen können nur Detailuntersuchungen im Norden Birmas an allen großen Flüssen beantworten.

Weiters könnten beispielsweise bereits im Unterpleistozän Teile der Irrawaddy Gruppe, die ursprünglich sicherlich den ganzen Norden Birmas (in den Tal- und Beckenlagen) überdeckte, im Norden aufgearbeitet und umgelagert worden sein, da bis heute außer den Boulder Konglomeraten keine weiteren Sedimente dieser Zeit bekannt sind. Dies würde bedeuten, daß das Unterpleistozän hauptsächlich durch Erosion und nur untergeordnet durch Sedimentation geprägt gewesen wäre.

Im Zuge der großen Vergletscherungen in den Hochländern, die im unteren Mittelpleistozän einsetzten, erreichten offensichtlich Schüttungen mit einem kurzfristig hohen Sediment- und Wasserangebot das nördliche Chindwin Becken. Während der Untergrund sich weiter hob, wirkten sie teils akkumulierend, teils erodierend und schufen so das heutige Lagerungsbild. Weitere Teile der im Norden lagernden Irrawaddy Gruppe wurden nun aufgearbeitet und in den Terrassen resedimentiert. Daß die Irrawaddy Gruppe im Norden Birmas ursprünglich weit verbreitet war, beweisen die aus ihr stammenden verkieselten Hölzer, die heute in allen pleistozänen Terrassen resedimentiert gefunden werden. Die Erosion muß im Norden teilweise so stark gewesen sein, daß heute quartäre Sedimente oft unmittelbar Schichten des älteren Tertiärs auflagern.

Wie lange dieses frühe Stromnetz des Chindwin vom Tsangpo her gespeist wurde und ab wann sich eine endgültige Trennung vom tibetischen Einzugsgebiet und somit die Abkoppelung einstellte, läßt sich aus der heutigen Lagerung der pleistozänen Sedimente zwischen Tatkon und Homalin nicht erschließen. Es ist zu vermuten, daß die mittelpleistozänen Terrassen nicht mehr vom Tsangpo her gespeist wurden. Auch die in den Terrassen T0 und T1 nördlich von Homalin auftretenden Boulder (die umgelagert sich in den Terrassen T3 und T4 im Raume Thaugdut finden) können nicht als Beweis für ein Einzugsgebiet im tibetischen Raum gewertet werden.

PASCOE (1973:1941, Bd.III) schreibt zu diesem Fragenkomplex: ".....It has been suggested that the original Irrawaddy and the Tsangpo of Tibet were at one time united by way of the Chindwin to form a single river, and that the upper half of this great waterway was captured by the forerunner of the Brahmaputra. It is further suggested that this capture of the Tsangpo and the consequent great reduction in size of the Irrawaddy, took place at the end of the Irrawaddian sediments and the Plateau beds. The thick sequence of the Irrawaddian would

thus represent the silts of the Tsangpo-Chindwin-Irrawaddy river, while the Plateau beds would represent the much smaller and less prolonged drainage of present Irrawaddy and Chindwin". Dazu ist von unserer Seite zu bemerken, daß wir der Meinung sind, daß zur Erosion der flächig abgelagerten Irrawaddy-Gruppe im Norden Birmas im Unterpleistozän so große Wassermassen nötig waren, daß man ein Einzugsgebiet weiter im Norden annehmen muß.

Nach PASCOTE (1973:1941:1941,1942) stammt ein Großteil der Kiese und Schotter, des versteinerten Holzes und der abgerollten Faunenbruchstücke in den "Plateau Gravels" (Terrassenschottern) aus den Irrawaddian Beds (=Irrawaddy Group). COCKEREL (in:PASCOTE 1973:1942) fand bei Mandalay in Flußsedimenten gut erhaltene Insekten, eingebettet in Bernstein, wie er aus dem Hukawng Valley bekannt ist und der nach seiner Ansicht nicht älter als Pleistozän sein kann.

Dies alles spricht dafür, daß am Ende des Pliozän oder im Unterpleistozän, nach der Sedimentation der Boulder Konglomerate, die Verbindung nach Norden ins tibetische Hochland gekappt wurde, daß aber auch weiterhin, wahrscheinlich bis ins Oberpleistozän, der Chindwin und der Irrawaddy, langsam zu eigenständigen Systemen sich entwickelnd, kommunizierend den Norden Birmas nach Süden entwässerten.

Als die Sedimente der ältesten Flußterrasse T0 (wohl zusammen mit umgelagerten Bouldern aus den Boulder Konglomeraten) geschüttet wurden, ebnete der Strom erosiv weite Teile des anstehenden Tertiärs ein und lagerte größere Mengen der Irrawaddy Gruppe um. Selbst wenn man die oben gegebene differenziertere Interpretation des Aufbaus des Uyu Boulder Konglomerates akzeptiert, sind die Mächtigkeiten der mittelpleistozänen Flußterrassen gegenüber denen der Boulder Konglomerate als bescheiden zu bezeichnen, was mehr für ein Einzugsgebiet heutiger Ausprägung für die mittelpleistozänen Terrassen spricht. Die Erosion der anschließenden T1-Zeit räumte große Teile der T0-Terrassensedimente wieder aus, so daß sich bis heute nur ein bescheidener Rest von 1,5% der mit Terrassensedimenten bedeckten Terrassenfläche von T0 erhalten hat. Die T1-Schüttung hatte aber auch bereits gegen die mit der langsamen Hebung des Untergrundes zu Tage kommenden bzw. nachdrückenden härteren tertiären Gesteinsschichten zu kämpfen, die sie zwar noch zum größten Teil ausräumen konnte, doch erkennt man in der Übersicht bereits (Abb.44), daß sich der Untergrund nördlich von Thaungdut so weit hob, daß Reste von T1 im Strombett selbst von den nachfolgenden Schüttungen nicht mehr erodiert wer-

den konnten.

Prinzipiell scheint dem Ur-Chindwin des Mittelpleistozäns zwar kurzfristig ein sehr hohes Wasserangebot mit hoher Transportkraft (Boulder, chaotische Lagerungsbilder) zur Verfügung gestanden zu haben, doch dürfte die zeitliche Dauer dieses hohen Wasserangebotes zu kurz und damit die Erosionskraft zu gering gewesen sein, um die immer höher heraufkommenden Tertiär-Sedimente vollständig abzutragen und einzuebnen.

Je jünger die pleistozänen Terrassen werden, desto entscheidender beeinflussten diese immer höher herausragenden Sedimentrippen das fluidale Geschehen der jeweiligen Schüttung. Der Fluß war gezwungen, sich epigenetisch in das sich hebende Tertiär einzuschneiden, was bei offensichtlich abnehmender Erosionskraft durch ein geringeres Wasser- und Sedimentangebot im fortschreitenden Pleistozän zu einer Verengung des Tales auch südlich von Homalin führte. Die abnehmende Erosionskraft der jeweils jüngeren pleistozänen Schüttungen läßt sich aus der Zunahme der erhaltenen Terrassenflächen nachweisen (Tab.17:E).

Jedenfalls ist der sich als ganzes langsam hebende Untergrund mit den immer höher sich heraushebenden Tertiärrippen der bestimmende Faktor für das heutige, doch recht komplizierte Lagerungsbild der quartären Sedimente im Chindwin Tal.

Stand den mittelpleistozänen Schüttungen noch das durch die Vereisungen mobilisierte grobkörnige Material zur Verfügung, so konnte die holozäne Schüttung davon nicht mehr profitieren. Ihr blieb, bei insgesamt feinkörnigerem Habitus, vorbehalten, bestenfalls Kiese und Schotter aus älteren Terrassenablagerungen oder dem unterlagernden grobkörnigen Tertiär umzulagern. Daraus erklärt sich die durchlaufend sehr feinkörnige fazielle Ausbildung der holozänen Terrasse.

Der Chindwin befindet sich heute in einem Stadium weiteren epigenetischen Einschneidens in den sich weiter hebenden Untergrund. Über seine weitere voraussichtliche Entwicklung kann man keine Aussagen treffen, da über tektonische und klimatische Veränderungen, und nur sie könnten einen Wechsel in der Flußgeschichte herbeiführen, nur spekuliert werden kann.

## 6. Anmerkungen zur Edelmetallführung in den quartären Flußterrassen am Chindwin River

### 6.1. Allgemeine Bemerkungen

Die Untersuchungen über den petrographischen Aufbau, die räumliche Verteilung und die Genese der quartären Flußterrassen am Chindwin hatten als Zielvorgabe, die Ausdehnung Gold-prospektiver Terrassenflächen, die Zuordnung von Goldfeldern zu einzelnen Terrassen und eventuelle Gesetzmäßigkeiten der Goldführung in den Terrassenschotterlagen zu finden.

Wegen der kurzen Zeit, die für diese Untersuchungen zur Verfügung stand, sind die hier vorgelegten Untersuchungsergebnisse zu Fragen der Stratigraphie, der Tektonik und der Goldführung als ein Überblick zu bewerten, von dem aus gezielte weiterführende Untersuchungen ausgehen sollten.

In allen Schotterlagen der pleistozänen Terrassen findet sich Gold in wechselnder Anreicherung und in unterschiedlicher Lage im Sedimentverband. In den typischen feinkörnigen Sedimenten des Overburden der pleistozänen Terrassen und in den Sedimenten der holozänen Terrasse tritt Gold nur in verschwindend geringer Menge auf, in grobkörnigen Sedimenten der jüngsten Flußablagerungen, die als "Jüngstes Alluvium" bezeichnet wurden, wird Gold von den Einheimischen fallweise gewaschen. Für die Verteilung der Platin-Gruppen-Mineralen, die vergesellschaftet mit dem Gold auftreten, gilt dasselbe Verteilungsschema.

### 6.2. Zur Herkunft des Goldes und der Platin-Gruppen-Mineralen

Vorkommen von primärem Gold und Seifen-Gold sind über ganz Birma verbreitet (siehe Zusammenfassung in BENDER et al. 1983). CHHIBBER (1934a:25) schreibt über den hier interessierenden Teil des Chindwin-Bekens: "Most of the tributaries from east are auriferous". BION (1913) erwähnt Seifen-Gold am Chindwin River (von Norden nach Süden) aus dem Hukawng Valley, bei Singkaling, Nampagan, Tamanthi, Maungkan und an einigen Stellen südlich von Homalin. CHHIBBER (1934b) führt Fundplätze im Gebiet des oberen Chindwin, im Unteren Chindwin-Distrikt, im Uyu Tal und im Hukawng

Tal auf, an denen die lokale Bevölkerung die oft geringen Gold-Gehalte gewinnt. Sowohl aus dem Uyu Boulder- als auch aus dem Tanai Hka-Konglomerat wurde Gold gewaschen. Die Terrassenschotter des heutigen Uyu-Tales werden von allen Autoren, die sich mit dem Gold und den Platin-Gruppen-Mineralen befaßten, als häufig beschrieben.

Woher das Gold primär stammt, ist beim derzeitigen Kenntnisstand nicht eindeutig zu beantworten. MACLAREN (1908) berichtet, daß das Gold am Uyu River in den Kyobin gravels wahrscheinlich aus Quarzgängen in tertiären Magmatiten am Oberlauf des Chaunggyi Chaung stammt und über diesen in den Uyu River gelangte. Im Übrigen vertritt MACLAREN (1908) die Auffassung, daß die goldführenden Schotter des Chindwin aus den miozänen Sandsteinen und Konglomeraten des Chindwin Beckens stammen, und deshalb sei es unwahrscheinlich, daß sich Ablagerungen mit höheren Goldkonzentrationen am Oberlauf des Flusses fänden.

Diese Folgerung MACLAREN's (1908) ist nicht zutreffend, da am Oberlauf des Chindwin, im Hukawng Tal, relativ reiche Seifen-Vorkommen bekannt sind (CHHIBBER 1934b:136), in denen das Gold als "coarse dust" und manchmal als sehr kleine Nuggets vorkommt, was möglicherweise als ein Indiz für eine (oder mehrere) weitere Gold-Quelle(n) angesehen werden könnte.

BION (1913:247) meint, daß man über die Herkunft des Goldes in den Terrassenschottern (er nennt sie "Older Gravels") nur Vermutungen anstellen könne, da die Geologie an der Nordgrenze Birmas unbekannt sei.

Eine umfassende Kenntnis der Sedimentschüttungen der Nebenflüsse und der Geologie ihrer Einzugsgebiete wäre erforderlich, um eine gesicherte Aussage über die Herkunft des Goldes in den Chindwin-Seifen machen zu können. Sehr wahrscheinlich stammt das Gold aus mehreren unterschiedlichen Quellen, sowohl aus primären als auch aus sekundären oder tertiären Vorkommen, wie die nachstehende kurze Zusammenstellung zeigt. . .

Primäre Goldvorkommen im heutigen Einzugsgebiet des Chindwin und seiner Nebenflüsse sind bisher nur aus dem Wuntho-Gebiet bekannt. Hier können drei Goldvererzungen unterschieden werden:

- Gold-Quarzgänge im tertiären Mawgyi-Andesit. CHHIBBER (1934b) erwähnt das abgebaute, pyritreiche Vorkommen bei Kyaukpazat, das als Störungs-kontrollierter Quarz-Calcit-Gang mit Gold, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende am tektonischen Kontakt zwischen Mawgyi-Andesit und Tuff der Shwedaung Formation auftritt (UNDP 1979), aber möglicherweise genetisch mit einem intrusiven Quarz-Diorit-Stock im Liegenden verknüpft ist. Ähnliche Gänge sollen bei Legyin, 11 Meilen nördlich Kyaukpazat, sowie bei Banmauk auftreten (CHHIBBER 1934b). Weitere Hinweise auf primäre Goldvorkommen in den Andesiten des Wuntho-Massivs wurden westlich Kawlin gefunden (ECAMS IV, Bericht 1989).
- Gold-Quarzgänge im Sadwin-Granodiorit, einem Teil des Kanza-Chaung Batholiths, mit geringen Gehalten an Sulfiden (UNDP 1979), Anzeichen für Goldführende Quarzgänge wurden auch im Kanza-Chaung-Granodiorit südöstlich von Pinlebu gefunden (ECAMS IV, Bericht 1989).
- Gold in sulfidischen Vererzungen vom Porphyry-Copper-Typ, wie sie bei Shangalon im südöstlichen Wuntho Gebiet nachgewiesen wurden. Geologisch-mineralogisch ähnliche Vererzungen treten östlich von Pinlebu bei Kame und im Hmaingthon-Dazit auf (UNDP 1979).

Alluviale Goldseifen werden in unmittelbarer Nähe der Gold-Quarzgänge, eluviale und kolluviale Anreicherungen über den Vererzungen vom Porphyry-Copper-Typ durch die lokale Bevölkerung abgebaut, z. T. auch aus angrenzenden alluvialen Anreicherungen.

Gegenwärtig ist der südliche Teil des Wuntho-Massivs mit einem Teil der aufgeführten primären Vererzungen kein Liefergebiet für das Chindwin Becken. Sein nördlicher Teil wird jedoch vom Chaunggyi Chaung drainiert, der aus dem Gebiet des Mawgyi-Andesits über den Uyu in den Chindwin entwässert und Gold aus den primären Vererzungen in den Vulkaniten liefern könnte.

Eine weitere mögliche Quelle für das Primär-Gold in den Chindwin-Terrassen stellen die Vulkanite des Taung Thonlon dar, der in nördlicher Fortsetzung des Wuntho-Massivs zu den bis ins Pleistozän tätigen Vulkanen des "Inner Volcanic Arc" gehört (STEPHENSON & MARSHALL 1984) und z.T. durch die Nebenflüsse von Uyu und Chaunggyi Chaung entwässert wird. Über seine Geologie ist wenig mehr bekannt, als daß er aus basaltischen und andesitischen Laven, Tuffen, Aschen und Agglomeraten aufgebaut ist (BENDER et al. 1983). Über Mineralisationen ist nichts bekannt. Prinzipiell könnten jedoch epithermale Gold-Verer-

zungen vorhanden sein, die nicht einmal makroskopisch sichtbar sein müssen. Nach HENLEY (1973, 1987) sind die Hydrothermen im Gefolge vulkanischer Tätigkeit mit Gold gesättigt, das mit den Exhalationen an die Erdoberfläche und dispers verteilt ins Sediment gelangt, aus dem es durch mechanische Aufarbeitung und eventuell chemische Konzentration in Alluvionen angereichert werden könnte.

Weitere hypothetische Liefergebiete für primäres Gold könnten, nach der Lithologie zu urteilen, ohne daß konkret Vorkommen bekannt sind, sein:

- die Ultramafite der Naga Hills und der Jade Mines area, vor allem, wenn sich Bereiche mit Listwä-nit-Bildung nachweisen ließen;
- die niedriggradigen Metamorphite der Naga Hills,
- die metamorphen Schiefer, Diorite und Granite der Jade Mines area und
- die Metamorphite am Ostrand des Hukawng Valley (präkambrische? Chaung-Magyi-Serie).

Potentielle Liefergebiete mit sekundären Goldvorkommen sind die im gesamten Chindwin Becken verbreiteten tertiären Sedimente.

An der Ostflanke des Chindwin Beckens treten im Alttertiär grobklastische Sedimente (Konglomerate und Fanglomerate) in der Nantat Formation auf, deren Geröllbestand überwiegend aus Granodioriten, Dioriten, Gabbros und Vulkaniten aus dem Wuntho-Massiv aufgebaut wird (BANNERT 1977).

Während des Eozäns war das Wuntho-Massiv Sedimentlieferant für das Chindwin-Becken und damit eine potentielle Quelle für Seifengold aus Primärvorkommen, was auch für die Gebiete des Wuntho-Massivs gilt, die durch die Einmuldung des Chindwin-Beckens im Miozän gegenwärtig nicht als Liefergebiete in Frage kommen. Die jüngsten tertiären Ablagerungen mit Geröllen aus dem Wuntho-Massiv finden sich an der Basis des ältesten Post-Oligozäns (BANNERT 1977: 37). Eine Aufarbeitung dieser grobklastischen Sedimente und eine Umlagerung in die pleistozänen Terrassen des Chindwin Tales ist für den nordöstlichen Teil des hier betrachteten Gebietes über den Chaunggyi Chaung wahrscheinlich, der aus dem Wuntho-Gebiet kommend die Ostflanke des Chindwin-Beckens kreuzt. Der südöstliche Teil wird gegenwärtig und wohl auch während des Pleistozäns im wesentlichen durch den Mu River nach Süden drainiert, der in den Irrawaddy mündet. Jedoch existiert auch ein nach Westen zum Chindwin gerichtetes Drainage-System, das zumindest lokal die alttertiären Konglomeratlagen angeschnitten haben könnte. Nach den Geröllanalysen (siehe auch HAGEN & AUNG CHO 1987) aus den pleistozänen Terrassen und rezenten Flußablagerungen

sind magmatische Komponenten (Vulkanite, Granite) in höheren Anteilen im Bereich des Uyu River unterhalb der Einmündung des Chaunggyi Chaung und besonders in der einzigen untersuchten Probe von der Ostflanke des Chindwin-Beckens knapp westlich der Wasserscheide zwischen Mu River-System im Osten und Chindwin-System im Westen vorhanden.

Bisher ist nicht untersucht worden, ob diese grobklastischen alttertiären Sedimente Gold (und Platin-Gruppen-Minerales) enthalten. Die alluvialen Goldvorkommen am Chaunggyi Chaung im Gebiet von Mansi (UNDP 1979) mit Gold in Geröll-Lagen hohen Reifegrades direkt auf der Tertiär-Unterlage werden jedoch aus den tertiären Konglomeraten westlich des Chaunggyi Chaung abgeleitet, die ursprüngliche Herkunft des Goldes wird in den Vulkaniten im Osten vermutet (UNDP 1979).

Die miozänen Sandsteine und gröberklastischen Sedimente werden, wie oben erwähnt, als Liefergebiet für das Gold in den pleistozänen Ablagerungen des Chindwin ebenfalls in Betracht gezogen (MACLAREN 1908). Eigene Waschversuche an grobkiesig-grobsandigen Sedimenten der Kaungton(?) und Thaungdut Formation in der Umgebung von Yuwa und nördlich von Thaungdut haben geringe Mengen Gold und Platin-Gruppen-Minerales in diesen jungtertiären (miozänen) Sedimenten nachgewiesen. Auch wenn die Konzentrationen in diesen Sedimenten gering sind, könnte ihr Beitrag zu der Goldführung in den pleistozänen Terrassen, in Abhängigkeit vom erodierten Volumen und dem Grad der Anreicherung, beträchtlich sein.

BION (1913) bemerkt, daß in den beiden größeren westlichen Zuflüssen zum Chindwin, dem Yu River und dem Myitha River (südlich des Arbeitsgebietes), keine Goldführenden Ablagerungen bekannt sind. Beide Flüsse drainieren fast ausschließlich prämiozäne, im wesentlichen eozäne Sedimente an der Westflanke des Chindwin Beckens. Offensichtlich führen diese Sedimente keine oder für eine alluviale Anreicherung zu geringe Mengen an Gold.

Eine weitere Quelle für das Gold sind wahrscheinlich die Sedimente der Irrawaddy Gruppe (Mittelmiozän-Pliozän) gewesen. Sie führen nachweislich an vielen Orten entlang des Irrawaddy und des Unteren Chindwin alluviales Gold und Platin-Gruppen-Minerales. Ihre Verbreitung im Gebiet des Oberen Chindwin ist unbekannt. Die Karte von BANNERT (1977) weist sie nur am Unteren Chindwin aus und läßt ihre Verbreitung nach Norden zu (etwa ab Kalewa) mit Ausnahme eines schmalen Streifens an der Ostflanke des Chindwin-Beckens und zweier kleinerer Areale etwa im Zentrum des Beckens (Lawtha Synklinale und ein Gebiet nordöstlich der Indaw Antiklinale), offen. Hinweise auf ein Vor-

kommen im untersuchten Gebiet wurden nicht gefunden. Jedoch ist versteinertes Holz, ein Charakteristikum der Irrawaddy Gruppe, in den Terrassenschottern und auf den zeitgleichen Erosionsflächen im Tertiär überaus häufig. Diese jungtertiären Sedimente sind im nördlichen Teil wahrscheinlich zum größten Teil erodiert und dürften ebenfalls zur Goldführung in den Terrassenschottern beigetragen haben. Die Irrawaddy Gruppe könnte zumindest einen Teil ihres Goldes und der Platin-Gruppen-Minerales aus den älteren miozänen Sedimenten bezogen haben, da stratigraphische Lücken und Erosionsdiskordanzen an der Basis der Irrawaddy Gruppe festgestellt wurden (BENDER et al. 1983).

Diese Zusammenstellung verdeutlicht,

- daß sich das Gold in den pleistozänen Terrassen am Chindwin aus mehreren Liefergebieten herleiten läßt,
- daß sowohl primäre als auch sekundäre (und wahrscheinlich tertiäre) Goldvorkommen als Lieferanten in Frage kommen und
- daß in Anbetracht der weitverbreiteten tertiären Sedimente diese einen möglicherweise wesentlichen Anteil des Goldes in den Terrassen geliefert haben.

Minerales und Verbindungen der Platin-Gruppen-Elemente sind in den Goldseifen Oberbirmas ebenfalls weit verbreitet.

Das Platin wurde nach PRINSEP (1834, in: RITTER 1835:244) von einem britischen Kaufmann namens CH. LANE 1830 in Amarapura entdeckt, der eine Probe durch G. SWINTON an die Asiatische Sozietät in Calcutta sandte. PRINSEP (1834) legte als Untersuchungsergebnis vor, daß es sich um ein Gemisch aus Platin, Gold, Osmium und Iridium handelte, vermischt mit Eisen, Arsen und Blei. Eisen, Arsen und Blei bezeichnete PRINSEP als künstlich zugesetzt, um ein Aufschmelzen zu ermöglichen. Dieser platinhaltige Goldstaub wurde angeblich im Norden von Ava gesammelt und zum Verkauf nach Ava gebracht, wo er zusammen mit Eisenkörnern verhandelt wurde. Die daraus erschmolzene Masse setzte sich angeblich als Metallkugel am Boden des Schmelzgefäßes ab. Sie soll, mit Gold zusammengeschnitten, letzterem einen außergewöhnlichen Glanz verleihen. Dieses glänzende "Platingold" ist wegen seiner Brüchigkeit schwer zu hämmern und zu bearbeiten. Allerdings sollen die Ohrringe der birmanischen Könige daraus gefertigt worden sein.

Das mit Platin vermischte Gold soll aus dem Unteren Chindwin Tal aus der Gegend von Kani gestammt haben. Um es zu gewinnen wurden nach RITTER (1835) Kuhhörner in den Fluß versenkt, in deren samtenem Überzug sich das "Platingold" gefangen haben soll.

Platin-Gruppen-Mineral-enthaltende Goldseifen werden auch heute noch bei Kani gewonnen (SOE WIN 1987).

CHHIBBER (1934b:134) erwähnt kleine Anteile von Platin und Metallen der Platin-Gruppe in den Schottern des Irrawaddy im Myitkyina Distrikt, die dort von 1909 - 1913 bei Dredge-Arbeiten zur Goldgewinnung beobachtet wurden. BENDER et al. (1983) führt zusätzlich das Uyu Tal und den Meza River bei Katha an. Während der Projekt-Arbeiten wurden Platin-Gruppen-Mineral-enthalten in den rezenten Goldführenden Alluvionen längs des Irrawaddy oberhalb von Shwegu und in geringmächtigen Kieslagen eines Nebenflusses des Mu Rivers im südwestlichen Wuntho-Massiv, zusammen mit Gold, nachgewiesen. BION (1913) erwähnt für das Obere Chindwin-Gebiet, daß nahezu alle Vorkommen von alluvialem Gold auch wechselnde Anteile von Platin-Gruppen-Mineralen enthalten (siehe auch SOE WIN 1987; HAGEN et al. 1985).

Als Liefergebiete für die Platin-Gruppen-Mineral-enthalten werden die ultramafischen Anteile der alpinotypen Ophiolithe in Nordbirma angesehen, obwohl sie nicht zwingend die einzige primäre Quelle sein müssen. Für das Einzugsgebiet des Chindwin sind westlich des Flusses vorkommende Ophiolithe der Naga Hills und der nördlichen Chin Hills sowie im Einzugsgebiet des Uyu liegende Ultramafite der Jade Mines area ebenso interessant.

Konzentrate von Platin-Gruppen-Mineralen aus dem Uyu-Gebiet (KNABE, MÜLLER & WEISER 1982) und dem Chindwin-Gebiet bei Manawtha und Ta-nga (KNABE & WEISER 1987) enthielten im wesentlichen Pt-Fe-Legierungen und Ruthenium-haltige Iridium-Osmium-Legierungen zu etwa gleichen Anteilen in den Proben vom Chindwin und mit einem Überwiegen von Pt-Fe im Material vom Uyu River. Diese Zusammensetzung entspricht nicht ganz der von Platin-Gruppen-Mineralen-Konzentraten aus Seifenvorkommen, die sich aus ophiolithischen Ultramafiten vom alpinen Typ ableiten: der Anteil an Ru-Ir-Os-Legierungen überwiegt in diesen Vorkommen dem Pt-Fe-Anteil, während in alluvialen Vorkommen von Platin-Gruppen-Mineralen, die sich aus Ophiolithen des Alaska-Typs ableiten lassen (Ural, Alaska, Kolumbien), der Anteil an Pt-Fe- und Ir-Pt-Legierungen weitaus überwiegt (CABRI 1981). Möglicherweise sind die Proben nicht repräsentativ. Eine Gold-Konzentrat-Probe aus dem Meza River mit 2,35% Pt und 7,05% Ir+Os (GOOSSENS 1978:487) entspricht eher der zu erwartenden Zusammensetzung.

Ultramafische Gerölle wurden in verschiedenen Schotterproben aus rezenten Alluvionen und pleistozänen Terrassen festgestellt (s.a. HAGEN & AUNG CHO 1987). Stark zersetzte Ultramafische Gerölle wurden

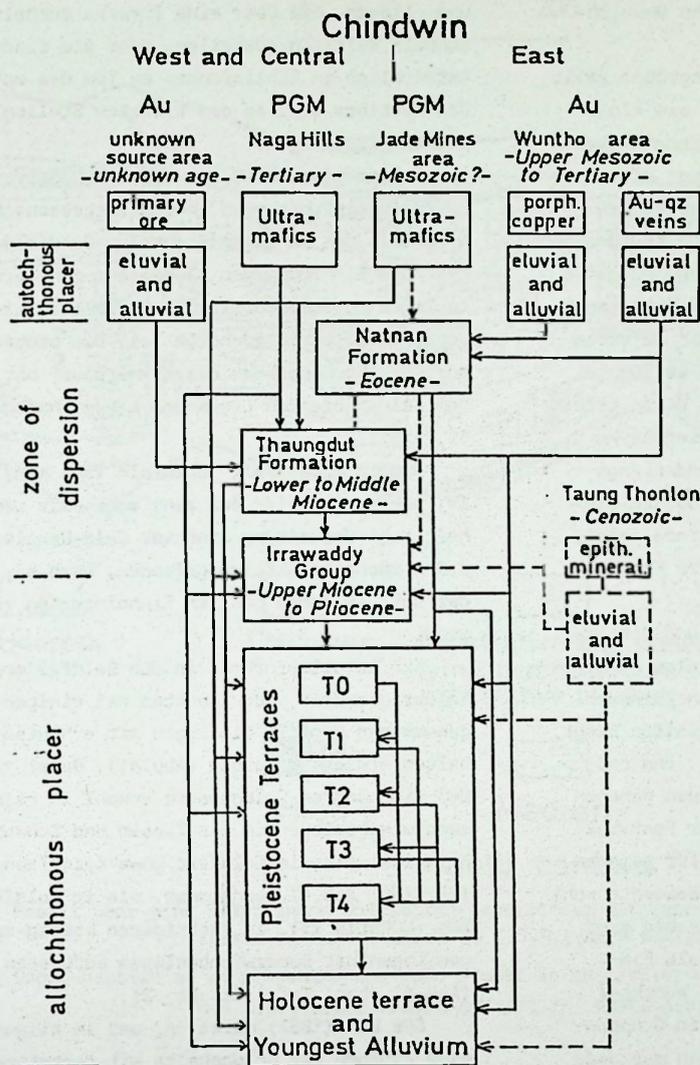
ferner in den miozänen Sedimenten bei Thauungdut nachgewiesen (HAGEN & AUNG CHO 1987) und belegen eine Abtragung ophiolithischer Gesteine mindestens seit dem oberen Tertiär (Untersuchungen in älteren Tertiär-Sedimenten wurden bis jetzt nicht durchgeführt). Chromit als Schwermineralkomponente kommt in vielen untersuchten quartären Sedimenten vor (HAGEN & AUNG CHO 1987) und weist ebenfalls auf eine ultramafische Komponente in den jüngeren Terrassen und rezenten Alluvionen hin. Seine weite Verbreitung und sein Vorkommen in rezenten Alluvionen am Ostrand des Chindwin-Beckens außerhalb des Gebietes mit pleistozänen Terrassen sind ein weiterer Hinweis auf ultramafische Komponenten in den Tertiär-Sedimenten und ihre Aufarbeitung und Umlagerung in die pleistozänen Terrassen.

Schließlich ist mit den erwähnten Platin-Gruppen-Mineralen in den miozänen Sedimenten bei Yuwa und Thauungdut der Nachweis erbracht, daß diese Sedimente auch als Lieferanten der Platin-Gruppen-Mineral-enthalten in Frage kommen. Ebenso sind die Sedimente der Irrawaddy Gruppe potentielle Liefergebiete aus sekundären Platin-Gruppen-Mineral-Vorkommen.

Ähnlich wie beim Gold müssen für die Herkunft der Platin-Gruppen-Mineral-enthalten in den Terrassensedimenten ebenfalls mehrere Liefergebiete und sowohl primäre als auch sekundäre Vorkommen angenommen werden.

Die Vielzahl der möglichen Quellen für die Edelmetalle in den Chindwin-Terrassen legen eine stufenweise Anreicherung nahe, die durch Abtrag und Aufarbeitung älterer Gold- und Platin-Gruppen-Mineral-enthaltenführender Sedimente stattfand. BOYLE (1979:348) führt ein Beispiel aus dem Ural an, wo mesozoische und alttertiäre Ablagerungen mit geringen Gehalten an Gold und Platin-Gruppen-Mineralen nach einer tektonischen Hebung durch pliozäne bis quartäre Drainage-Systeme zu sehr reichen Seifenvorkommen aufgearbeitet und angereichert wurden.

Ein ähnlicher Prozeß ist auch für das Chindwin-Gebiet wahrscheinlich, wobei Gold und Platin-Gruppen-Mineral-enthalten aus den miozänen Sedimenten und den eozänen Konglomeraten im Ostteil des Chindwin-Beckens nach deren Heraushebung an den Flanken in die obermiozänen-pliozänen Sedimente der Irrawaddy Gruppe und in einem weiteren Aufarbeitungs- und Anreicherungsschritt aus diesen in die quartären Terrassen gelangten. Es wurde versucht, mögliche Zusammenhänge zwischen Liefergebieten und Seifenvorkommen im Chindwin-Gebiet darzustellen (Abb. 54):



H.-C. Einfalt 1988

Abb.54 Entwurf eines Modells zur Genese der Gold-PGM-Seifen am Oberen Chindwin River

Fig.54 Tentative model of Upper Chindwin placer genesis

## 6.6. Charakteristika der Edelmetallführung in den pleistozänen Terrassensedimenten

Im folgenden Überblick wird versucht, einige wesentliche Kennzeichen der Chindwin-Seifen herauszuarbeiten mit dem Ziel einer Zuordnung zu einem bestimmten Seifen-Typ und den sich daraus ergebenden Folgerungen über Gesetzmäßigkeiten der Edelmetallführung im Hinblick auf weitere Untersuchungen.

BION (1913) beschreibt das Gold in den Alluvionen am Oberen Chindwin und am Uyu als "thin laminae and scales roughly square or oval in outline, the

largest pieces met with being only one-tenth of an inch in length, but the flakes were in the majority of cases only half this size. A considerable proportion of the gold occurs in fine specks, and "float" gold is always present".

HAGEN et al. (1985) geben für das Gold in Waschkonzentrat aus etwa dem gleichen Gebiet Korngrößen zwischen 40 und 1000 $\mu$  (0,04 bis 1,0 mm), maximal bis 1200 $\mu$  an, wobei etwa 90% zwischen 63 $\mu$  und 500 $\mu$  liegen. Die Platin-Gruppen-Mineralen sind im Durchschnitt etwas größer, meist größer als 160 $\mu$ , etwa 90% liegen zwischen 160 $\mu$  bis 630 $\mu$ , wenige erreichen 2000 $\mu$ .

SOE WIN (1987) gibt für die untersuchten Seifen entlang des Chindwin südlich von Homalin Korngrößen generell im Bereich 100 $\mu$  bis 300 $\mu$  an, ausnahmsweise

(und relativ häufig) bis 500µ im Vorkommen Shwelinda.

Der überwiegende Anteil der Gold-Korngrößen fällt also in die Kategorie "sehr fein" und nur ein kleiner Teil erreicht die Kategorie "fein" oder "mittelkörnig". Grobe Goldplättchen, Verwachsungen mit Quarz oder gar Nuggets wurden nirgends beobachtet.

Nach derzeitigem Wissenstand ist keine systematische regionale Veränderung der mittleren Korngröße, etwa in Form abnehmender Korngrößen stromab bei wachsender Entfernung von einer hypothetischen primären oder sekundären Goldquelle, zu erkennen. Es könnte sein, daß der Uyu-Bereich höhere Anteile etwas größerer Fraktionen als der weiter südlich gelegene am Chindwin führt, jedoch sind die vorliegenden Angaben nicht präzise genug für eine diesbezüglich eindeutige Aussage. Wie das Vorkommen Shwelinda zeigt, kommen auch in diesem Gebiet lokal gröbere Fraktionen vor.

Die sehr feine Korngröße des Goldes und die offenbar fehlende Systematik in der regionalen Korngrößenverteilung sprechen dafür, daß kein primäres Goldvorkommen in unmittelbarer Nähe der Seifen liegt, worauf schon BION (1913) hingewiesen hat, und daß auch sekundäre Goldvorkommen nicht in einem näheren Umkreis liegen dürften, so daß mit dieser Feststellung eigentlich ein indirekter Beweis dafür gegeben ist, daß die weit verbreiteten Tertiär-Sedimente wohl als wichtige Edelmetall-Lieferanten anzusehen sind. Größere Korngrößen im Uyu-Gebiet können als Einschüttungen aus Primärgold-Vorkommen des Wuntho-/Taung Thonlon-Gebietes und (für die Platin-Gruppen-Minerale) aus den ultramafischen Gesteinen der Jade Mines area interpretiert werden.

Ein Charakteristikum der Edelmetall-Anreicherungen ist, daß sie nicht zwingend unmittelbar der Oberfläche des Tertiärs auflagern und daß keine mehr oder weniger systematische Konzentrationsveränderung innerhalb der Gold- und Platin-Gruppen-Mineralangereicherten Lagen vom Hangenden zum Liegenden einer Schotterlage festgestellt wurde. Die Edelmetalle sind offensichtlich unregelmäßig und in unterschiedlichen Lagen im Vertikalprofil angereichert. Generell sind die höheren Edelmetallgehalte an Schotter bis grobkiesige Sande gebunden, jedoch sind auch Seifen-Vorkommen bekannt, die neben Grobkies-Anteilen bis zu 90% Grobsand führen (SOE WIN 1987).

Nach unseren Beobachtungen treten die Bereiche mit höherer Goldführung innerhalb der Terrassenschotterlagen vollkommen regellos verteilt auf. Zum Teil finden sich die Anreicherungen in geringmächtigen bis mächtigeren sandigen Kies- bis Schotter-Lagen

und -linsen, die über eine Strecke aushalten oder schnell seitlich auskeilen, oder sie finden sich tatsächlich in Eintiefungen am Top des unterlagernden Tertiärs bzw. an den tiefsten Stellen engbegrenzter Kanalfüllungen.

Erkenntnisse über die Lagerung und Verteilung der Goldanreicherungen in den Terrassenschotterlagen wurden in den im Abbau stehenden Goldfeldern gewonnen: Die Einheimischen räumen aus den Terrassenschotterlagen nur die hoffigsten Lagen oder Linsen heraus. Daraus resultiert auch zum Teil die beobachtete Untertage-Abbau-Methode des Kammerbaus, mit dem man den Gold-führenden Lagen und Linsen nachgeht (Tafel 11, Fig.1,2).

Nur in einem Fall (Goldfeld Tapa Kon, HOMALIN IV) wurden Hinweise auf eine mehr oder weniger einheitliche Verteilung erhöhter Gold-Gehalte über eine 2,5 m mächtige Abfolge gefunden, wenn die Angaben der dort im Abbau tätigen Einheimischen zutreffend sind.

Für Detailaufnahmen in den Goldfeldern fehlte leider die Zeit, doch konnten bei einigen der aufgenommenen Profile die Lagen mit erhöhten Goldgehalten ermittelt werden (Abb.41). Dabei zeigte sich, daß die höheren Goldgehalte sowohl in reinen Grobsandzwischenlagen in den Kiesen und Schottern wie beispielsweise im Goldfeld Shwe Kyin Taung (MANAWTHA I/89; Abb.41 oben) oder, wie im Goldfeld Tapa Kon (HOMALIN IV), in mächtigeren kiesig-schotterigen Lagen mit Sandzwischenlagen auftreten können (Abb.41 oben; Tafel 11, Fig.3).

SOE WIN (1987) merkt an, daß im allgemeinen eine Zunahme der Goldgehalte mit fortschreitender Teufe in den Schotter- oder Kieslagen zu beobachten ist; eine ähnliche Zunahme läßt sich in einigen Profilen der von HAGEN et al. (1985) aufgenommenen Abfolgen in einigen Goldfeldern beobachten, in anderen Profilen, aus den gleichen Goldfeldern, ist eine solche Systematik nicht vorhanden. Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen zeigen 15 von 20 Schachtprofile aus dem Goldfeld Hwephugon die stärksten Goldgehalte in den Schlitzproben aus dem oberen Teil der kiesigen Sande direkt unter den tonig-siltigen Deckschichten und rasch, aber unregelmäßig abnehmende Goldgehalte in den Schlitzproben aus tieferen Teilen des Kieskörpers. Das gleiche Verteilungsmuster tritt unterhalb sandiger, kiesfreier Zwischenlagen auf. Schurfschächte zur Untersuchung der Goldfelder haben in vielen Fällen nicht das Tertiär erreicht, so daß die Mächtigkeit und relative Position der Edelmetall-haltigen Lagen innerhalb der Vertikalprofile häufig nicht bekannt sind.

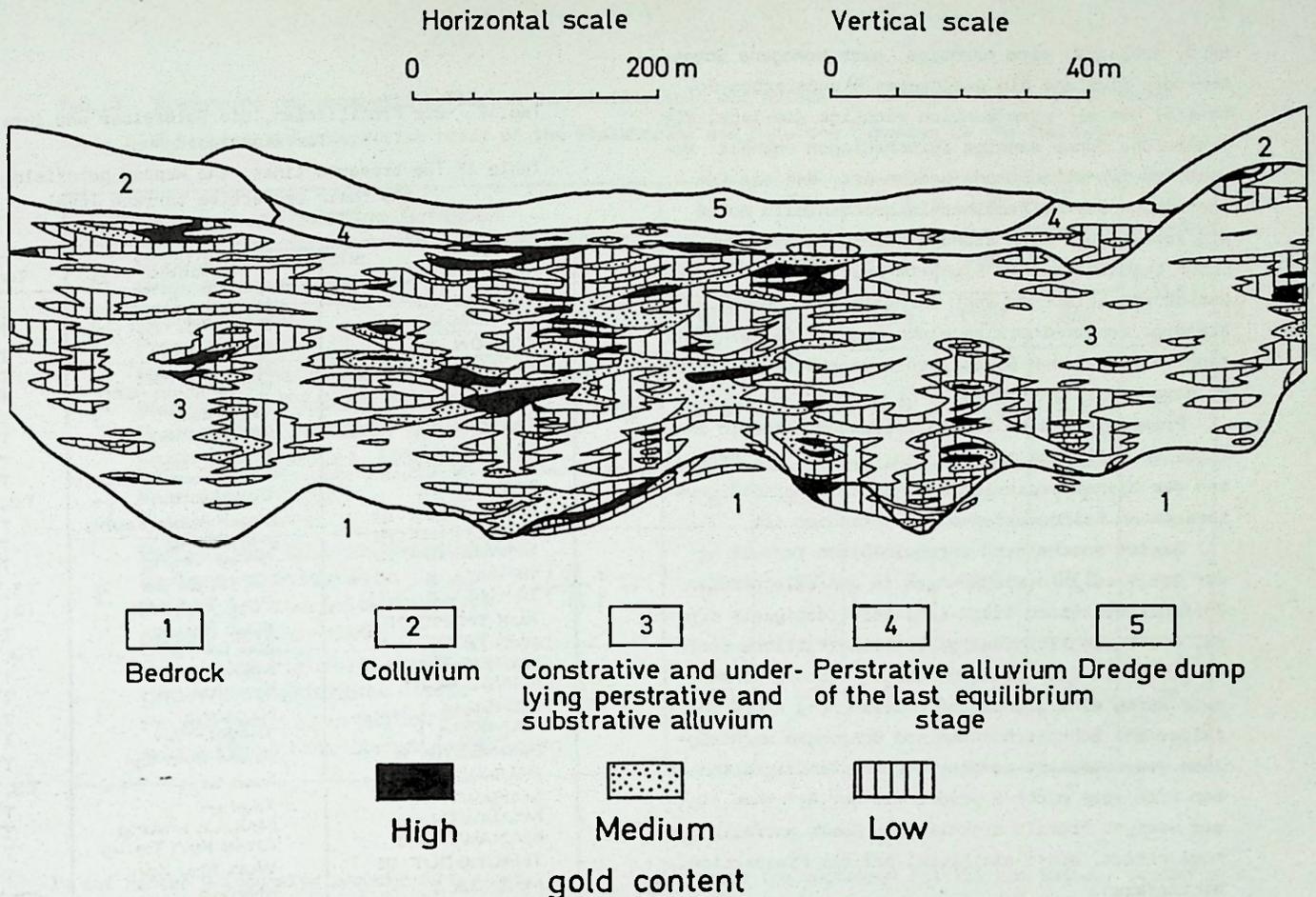


Abb.55 Profil über eine allochthone Goldseifen-Lagerstätte mit Verteilung der Goldgehalte im Tal des Kuranakh Flusses in Süd-Jakutien (U.S.S.R.) (nach KARTASHOV 1971 in: BOYLE 1979)

Fig.55 Cross-section of an allochthonous gold placer in the valley of the Kuranakh River, southern Yakutia (U.S.S.R.) (after KARTASHOV 1971 in: BOYLE 1979)

Die Banka-Profile in Tatkon (ZIMMERMANN 1988) zeigen die goldführende Kieslage direkt auf oder dicht über dem Top des Tertiärs, in anderen Profilen (Abb.41) sind die Kiese und Schotter durch Grob- oder Feinsande, gelegentlich auch durch Tonlagen unterschiedlicher Mächtigkeit von der Tertiär-Oberfläche getrennt (Abb.41) (siehe dazu auch Profile in HAGEN et al. 1985; Beschreibung in SOEWIN 1987).

Die Gold- und Platin-Gruppen-Mineralen-führenden Horizonte bilden offenbar unregelmäßig im Vertikalprofil verteilte, seitlich auskeilende Lagen und linsenförmige Körper aus Schottern, Grobkiesen und kiesigen Grobsanden, die auch vertikal einem unregelmäßigen Fazieswechsel mit eingeschalteten Sandlagen unterliegen.

Die für die Terrassen-Seifen am Chindwin relevanten lagerstättenkundlichen und petrographischen Kenndaten erlauben ihre Zuordnung zum Typ der "point bar placers" (BILIBIN 1938 in: KARTASHOV 1971) bzw. zum Typ der allochthonen Seifen (KARTASHOV

1971). Diese bilden u.a. point bar-, Delta- und Terrassen-Seifen, die mehr oder weniger weit entfernt von den Primärgold-Vorkommen gebildet werden und von diesen durch eine oder mehrere Zonen getrennt sind, in denen die meist feinkörnigen Seifenminerale dispers verteilt sind. Letztere werden dabei in Lagen oder an der Oberfläche von Sedimentkörpern angereichert, die sich im letzten Stadium des dynamischen Gleichgewichts und/oder im Stadium der Akkumulation befinden, unter der Bedingung, daß über einen längeren Zeitraum ständig leichtere Sedimentkomponenten entfernt werden, während die Strömungsverhältnisse die Akkumulation von Schwermineralen begünstigen. Ein wiederholtes Pendeln zwischen dem Stadium des dynamischen Gleichgewichtes und beginnender Akkumulation führt zu einem stratifizierten Aufbau des Sedimentkörpers aus wechselnd mehr sandigen, goldärmeren und kiesigen, goldangereicherten Lagen. Dieses wiederholte Durchlaufen eines für die Goldanreicherung günstigen hydrodynamischen Zustandes erklärt die Beobachtung, daß (nach MINTER & TOENS in: MACDO-

NALD, 1983:132) eine mächtige, aber homogene Schotter- oder Kieslage ein geringeres ökonomisches Potential hat als eine ähnlich mächtige Kieslage, die zahlreiche dünne sandige Zwischenlagen enthält. Wesentlich für allochthone Seifen ist, daß die Konzentration der Seifenminerale größtenteils durch die lokalen und sich ständig ändernden hydrodynamischen Verhältnisse im Flußbett bestimmt werden. Die daraus resultierende sehr unregelmäßige und unbeständige Schwermineralanreicherung ist am Beispiel einer allochthonen Goldseifen-Lagerstätte in Sibirien dargestellt (Abb.55).

Prinzipiell sind in den Seifen am Chindwin ähnliche Verhältnisse zu erwarten, wie aus den Ergebnissen der bisher explorierten und übersichtsmäßig untersuchten Seifenvorkommen zu entnehmen ist.

Dieser anscheinend unregelmäßigen Verteilung der Edelmetall-Anreicherungen in den allochthonen Seifenlagerstätten liegt eine Gesetzmäßigkeit zugrunde, die durch kleinräumige örtlich-zeitliche Strömungsverhältnisse bestimmt wird. Letztere können zwar durch eine gründliche Untersuchung eines Goldfeldes mit Schurfschächten und Bohrungen nachträglich rekonstruiert werden, die Gesetzmäßigkeiten lassen sich aber nicht a priori mit der Aufnahme einiger weniger Profile erschließen. Damit entfällt die Möglichkeit, diese als Mittel bei der Prospektion einzusetzen.

Im Unterschied zu den autochthonen Seifen, die im wesentlichen an der Basis des Alluviums in Channel-Strukturen nahe bei den Primärgold-Vorkommen gebildet werden, deren Anreicherungsprozeß weit weniger von den hydrodynamischen Verhältnissen abhängt und die daher einfachere Muster der Konzentrationsverteilung und eine größere Kontinuität der Vererzung zeigen, die die Prospektions- und Explorationsarbeiten erleichtern, sind bei den allochthonen Seifen kaum Vorhersagen möglich, die Explorationsarbeiten werden daher aufwendiger und risikoreicher.

#### 6.4. Verteilung der im Abbau stehenden Goldfelder auf die einzelnen pleistozänen Terrassen

Aus den eingemessenen 35 im Abbau stehenden Goldfeldern (März 1988) am Chindwin (Tab.17) läßt sich folgende prozentuale Verteilung der Goldfelder auf die pleistozänen Terrassen ableiten:

- 14 Goldfelder liegen in der Terrasse T4 (=40%),
- 13 Goldfelder liegen in der Terrasse T3 (=37%),

Tab.17 Die Profillinien, die Goldfelder und ihre Terrassenzuordnung

Table 17 The traverse lines, the mapped goldfields and their respective terrace level

Line	Goldfield	Terrace
TATKON VII	Nga - Aye	T 4
TATKON VII	Shwe-Oe - Gyl	T 3
TATKON IV	Thamogon	T 3
TATKON IV	Nachangon	T 3
TATKON IV	Shwe-Dwin-Gon	T 4
TATKON I	Wetsalaw	T 1
TATKON I	Thayet-Kon	T 1
TATKON III	Ye-Sat-Sat	T 4
TATKON III	Nauk Auk Taung	T 4
TATKON III	Concikon	T 3, T 4
SHWELINDA III	Nyaung Bin Taung	T 3
SHWELINDA III	Nal Taung	T 3
SHWELINDA III	Shwe Taung	T 1
TA-NGA II	Yet Tet Sa Oo	T 3, T 4
TA-NGA II	Phut Tu Taung	T 3, T 4
AUK TAUNG III	Kyung Taung	T 2
AUK TAUNG III	Nal Taung	T 3, T 2
NANSIMA II	Mawha	T 2
NANSIMA II	Kyalkkalum	T 4
NANSIMA I	Nansima	T 2
NANSIMA I	Thayet-Kon	T 3
PAUNGBYIN II	Shwe Gyin Gyi	T 1
PAUNGBYIN III	Man Sein	T 3, T 4
MANAWTHA I	Tiklan	T 4
MANAWTHA I	Makauk Maung	T 4
MANAWTHA I	Shwe Kyin Taung	T 4
THAUNGDUK III	Wun Phu Kon	T 4
MYENGA I	Myenga	T 3, T 4
HOMALIN IV	Tapa Kon	T 3

- 4 Goldfelder liegen in der Terrasse T2 (=11,4%),
- 4 Goldfelder liegen in der Terrasse T1 (=11,4%).

In der Terrasse T0 wurde kein im Abbau stehendes Goldfeld angetroffen, obwohl auch ihre Schotter Gold und Platin-Gruppen-Minerale führen. Dies wird darauf zurückgeführt, daß die Terrassensedimente von T0 sehr stark erodiert sind, sie heute also eine geringe Verbreitung haben (Tab.18; 1,5%). Als Nachteil für einen Abbau durch die Einheimischen erweist sich zudem die sehr hohe Lage der T0-Terrasse über dem Fluß, wodurch die Waschplätze nur über weite Transportwege zu erreichen wären.

Die heute erhaltene T0-Fläche ist zwar mit 2052 qkm immer noch die größte von allen pleistozänen Terrassen, doch sind von diesen 2052 qkm nur annähernd 32 qkm mit Terrassensedimenten bedeckt, der Rest sind Erosionsterrassen (Tab.18-B,D).

Generell wird der Abbau in den beiden jüngsten pleistozänen Terrassen von der einheimischen Bevölkerung bevorzugt. Beim derzeitigen Kenntnisstand kann nicht nachgewiesen werden, daß die prozentuale Verteilung der Goldabbau auf die Terrassen T3 und

Tab.18 Ausdehnung und prospektive Flächen der pleistozänen und holozänen Terrassen am Chindwin River  
 Table 17 Extension and prospective areas of the Pleistocene and Holocene terraces on the Chindwin River

Pleistozäne und holozäne Terrassen		T0	T1	T2	T3	T4	qh
A	Ursprüngliche Fläche Original plane qkm	8930*	6508	4314	2770	1406	] -1183
B	Heutige Fläche Present plane qkm	2052	2192	1299	1358	846	
C	Heutige Fläche im Verhältnis zur gesamten pleistozänen Fläche (=8930qkm). Present plane in relation to the whole Pleistocene surface (= 8930 qkm) $\left(\frac{B}{A^*}\right) \%$	22,9	24,5	14,5	15,2	9,4	13,2
D	Prospektive Fläche Prospective area qkm	32	406	537	928	722	—
E	Prospektive Fläche im Verhältnis zur heutigen Terrassenfläche Prospective area in relation to the present terrace - plane $\left(\frac{D}{B}\right) \%$	1,5	18,5	41,3	68,3	85,3	—
F	Prospektive Fläche im Verhältnis zur gesamten pleistozänen Fläche Prospective area in relation to the whole Pleistocene surface (=8930 qkm) $\left(\frac{D}{A^*}\right) \%$	0,35	4,5	6,0	10,4	8,0	—

T4 auf höhere Goldgehalte zurückzuführen ist. Es fehlen repräsentative Beprobungen und Analysen von zusammenhängenden Schotterabfolgen unter dem Overburden der einzelnen Terrassen, um eine verlässliche Aussage treffen zu können. Solche repräsentativen Beprobungen erfordern allerdings einen unverhältnismäßig hohen Aufwand. Andererseits könnte eine systematische Beprobung von Aufschlüssen, die das ganze Schotterprofil umfassen, z.B.während der quartärgeologischen Detailarbeiten, durchaus einen Trend anzeigen, vorausgesetzt, es würden genügend Daten aus den verschiedenen Terrassen systematisch gesammelt und ausgewertet werden.

Die Bevorzugung der beiden jüngsten pleistozänen Terrassen für den Goldabbau durch die einheimische Bevölkerung kann ihren Grund darin haben, daß

- sie die größten prospektiven Flächen (=Flächen mit Akkumulationsterrassen) haben,
- sie nahe bei den Siedlungen liegen und daher leicht zu erreichen sind, also am ehesten auf ihre Goldgehalte geprüft werden, und daß
- hier im Gegensatz zu höher gelegenen Terrassen die Wasserversorgung durch größeres Angebot und näher liegende Wasservorkommen einfacher bzw. der Transport der zu waschenden Volumina zum Waschplatz weniger aufwendig ist. Haben höher gelegene Terrassenschotter, wie beispielsweise im Goldfeld Shwe-Oe-Gyi (TATKON VII) in T3,

kurze Transportwege ins Tal zum Wasser, werden auch sie abgebaut.

Andererseits sind erfahrungsgemäß die höher gelegenen Terrassen (Hoch-Terrassen) generell nicht so reich an Gold wie die tiefer gelegenen (Nieder-Terrassen) (MACDONALD 1983:134). Ausnahmen treten auf, wenn die Hoch-Terrassen primär bereits Anreicherungen enthalten, die über einen langen Zeitraum aus einem Flußsystem, das sich im dynamischen Gleichgewicht befand (Anlieferung und Abtransport von Sedimentmaterial halten sich die Waage), abgesetzt wurden.

Da mit größeren Abtragungen von Schottern, Kiesen und Sanden aus älteren Terrassen und deren Aufarbeitung und Umlagerung in jeweils jüngere Terrassen gerechnet werden muß, dieser Prozeß am Chindwin im Pleistozän in mindestens 4 Stufen erfolgte, wobei die Gesamtfläche der jüngsten pleistozänen Terrasse T4 auf etwa 16% der ursprünglichen Fläche zur Zeit der T0-Terrasse schrumpfte (Tab.18), ist eine schrittweise Anreicherung des Edelmetalls in den jeweils jüngeren Terrassen möglich, so daß die T3- und T4-Terrassen tatsächlich die Gold-höufigsten sein könnten. Ob diese Anreicherung stattgefunden hat, hängt im wesentlichen von dem Anteil frischen Sedimentmaterials ab, das nicht aus den älteren Terrassen stammt, sondern frisch zugeführt wurde. Es hat den Anschein, daß beispielsweise die T4-Terrassensedimente vorwie-

gend Material aus älteren Terrassen führen (siehe Schwermineralassoziationen). Zumindest ein Teil des frisch erodierten Tertiärmaterials (während der jeweiligen Terrassenbildung) war zudem selbst Edelmetall-haltig (miozäne Sedimente) und verminderte damit einen Verdünnungsprozeß. Schließlich wurde oben bereits auf Anzeichen für eine stark nachlassende Erosions- und Transportkraft des Chindwin während des Mittleren Pleistozäns hingewiesen, so daß vermutlich im wesentlichen älteres Terrassenmaterial umgelagert wurde. Es ist daher plausibel, mit einer Edelmetall-Anreicherung in den jüngeren mittelpleistozänen Terrassensedimenten zu rechnen.

Die qh-Terrassen sind fast frei von Gold: Jedemfalls treten nur Konzentrationen auf, die selbst nach den Maßstäben der lokalen Bevölkerung keinen Abbau sinnvoll erscheinen lassen. Die Ursache für die geringen Gold-Gehalte liegt wahrscheinlich in

einer stark verminderten Transportkraft des Chindwin, die im wesentlichen nur Schwebfracht und daher auch nur sehr feinkörnige Goldflitter zu führen im Stande war. Bei den feinkörnigen Sedimenten dieser Terrassen könnte es sich weitgehend um umgelagertes, relativ Gold-armes Overburden aus den Einzugsgebieten am Oberstrom und aus den pleistozänen Terrassen handeln. Ferner sind die durchgehend feinkörnigen Sedimente für Anreicherungsprozesse relativ ungeeignet, es ist eher mit einer Dispersion der Schwerminerale zu rechnen. Im Uyu-Gebiet wurden gelegentlich residuale Anreicherungen von Gold durch Abschwemmung leichteren Materials von Schwemmkegeln aus älteren Terrassen beobachtet (HAGEN et al. 1985).

Jüngstes Alluvium wird durch die lokale Bevölkerung im Flußbett gewaschen, wenn kiesige Grobsande bei Niedrigwasser trockenliegen (Tafel 10, Fig.2).

## 7. Literatur - References \* (Fußnote siehe Seite 110)

- ALBERDI, M.T. & AGUIRRE, E. (1977): Round-Table on Mastrostratigraphy of the Western Mediterranean Neogene. - Trab. Neogeno-Cuaternario, 7:47pp., Madrid
- ANTHONY, H. (1941): Mammals collected by the Vernay Cutting Burma Expedition. - Zool. Ser. field Manuals, Nat. Hist., 27:37-121.
- BACHMANN, H.-G. (1988): Exploration auf Platinmetalle in Papua-Neuguinea. - Die Geowissenschaften, 6/5:151-156, Weinheim.
- BAKER, V.R. (1978): Adjustment of Fluvial Systems to Climate and Source Terrain in Tropical and Subtropical Environments. - Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., 5:211-230, Calgary.
- BANNERT, D. (1977): Petroleum Project Burma. Final report Phase III. - 76 S., (unpubl.) BGR, Hannover.
- "- (1980): Petroleum Project Burma. A concept for the Geological Exploration of the Chindwin Basin, Burma. - Report, 36 S., (unpubl.), BGR, Hannover.
- BANNERT, D. & HELMCKE, D. (1981): The evolution of the Asian Plate in Burma. - Geol. Rdsch., 70/2:446-458, Hannover.
- BANNERT, D. et al. (1985): Mineral Prospecting in the Chin and Naga Hills. - ECAMS II, Final Report, Vol. 8, BGR Hannover.
- BENDER, F., BANNERT, D., BRINCKMANN, J., GRAMANN, F. & HELMCKE, D. (1983): Geology of Burma. - 293 S., (Gebr. Borntraeger), Berlin-Stuttgart.
- BERGGREN, W.W., KENT, D.V., FLYNN, J.J. & COUVERING, J.A. van (1985): Cenozoic geochronology. - Geol. Soc. of America, Bull., 96:1407-1418.
- BION, H.S. (1913): The gold-bearing alluvium of the Chindwin River and tributaries. - Rec. Geol. Surv. India, 43/4:241-263, Calcutta.
- BLANFORD, W.T. (1895): The Burmese chipped flints Pliocene, not Miocene. - Nature, 51:608.
- BOERICKE, F.W. (1954): Prospecting and Operating Small Gold Placers. - 2nd Edition (John Wiley & Sons, Inc.), 144 S., New York.
- BOYLE, R.W. (1979): The Geochemistry of Gold and its Deposits. - Geol. Surv. Canada, Bull., 280 pp., Calgary.
- BROOKS, C.E.P. (1970): Climate through the Ages. - 395 S. (Dover Publications, Inc.), 2nd Edition, New York.
- CABRI, L.J., ed. (1981): Platinum-group elements: Mineralogy, geology, recovery. - Can. Inst. Min. and Metallurgy, Special Volume 23, Montreal.
- CHHIBBER, H.L. (1927): The origin and mineral constitution of the Late Tertiary fossil wood of Burma. - J. Asiat. Soc. Bengal., N.S., 23:13-26, Calcutta.
- "- (1931): Hukawng Valley. - Rec. Geol. Surv. India, 65/1:77-79, Calcutta.
- "- (1932): Myitkyina District geological traverses. - Rec. Geol. Surv. India, 66/1:85-91, Calcutta.
- "- (1934a): The Geology of Burma. - 538 S. (Mac Millan), London.
- "- (1934b): The Mineral Resources of Burma. - 320 S. (Mac Millan), London.
- CLEGG, E.L.G. (1936): Notes on the geology of the second defile of the Irrawaddy River. - Rec. Geol. Surv. India, 71/4:350-358, Calcutta.
- COTTER, G.P. de (1918): The geotectonics of the Tertiary Irrawaddy Basin. - J. Asiat. Soc. Bengal., N.S., 14:409-420, Calcutta.
- DAVIS, R.S., RANOV, V.A. & DODONOV, A.E. (1981): Der Frühmensch in Zentralasien. - Spektrum der Wissenschaften, 1981/2:102-109, Weinheim.
- DESIKACHAR, S.V. (1974): A Review of the tectonic and geological history of Eastern India in Ternis of "Plate Tectonics" Theory. - Journ. Geol. Soc. of India, 15/2:137-149, New Delhi.
- ECKHARDT, R.B. (1979): The Study of Human Evolution. - 596 S. (McGraw-Hill Book Company), New York.
- EINFALT, H.-C. et al. (1989): ECAMS IV, - Unveröff. Abschlußbericht, vols. I-IV, Hannover (BGR)
- FRIEND, P.F. (1978): Distinctive Features of some ancient River Systems. - Canad. Soc. Petrol. Geol. Mem., 5:531-542, Calgary.
- FUCHS, G. (1981/82): Outline of the Geology of the Himalaya. - Mitt. österr. Geol. Ges., 74/75:101-127, Wien.

- GANSSER, A. (1964): Geology of the Himalayas. - 289 S. (Wiley Interscience), London.
- "- (1966): The Indian Ocean and the Himalayas, a geological interpretation. - *Eclog. geol. Helv.*, 59:831-848, Zürich.
- HAGEN, D. (1982): Preliminary Investigation of Auriferous Gravels on the Chindwin and Uyu River in Upper Burma. - Internal report, 43 S. (unpubl.) BGR Hannover.
- HAGEN, D. et al. (1985): Prospecting and Exploration of Auriferous Gravels in the Lower Uyu River Area (Homalin Township, Sagaing Division). - ECAMS II, Final Report, Vol. 4, 63 S. (unpubl.), BGR Hannover.
- HAGEN, D. & AUNG CHO (1987): Investigations on the extend and genesis of Quaternary terraces in the Chindwin-Uyu area of Northern Burma and Consideration of their prospectivity for gold and platinum group minerals. - ECAMS III, Technical Report, 40 S. (unpubl.), BGR Hannover.
- HENLEY, R. W. (1973): Solubility of Gold in Hydrothermal Solutions. - *Chemical Geology*, 11:73-87, Amsterdam.
- "- (1987): Gases in Hydrothermal Systems. - PACIFIC RIM Congr., 87:78-97 in: Mineralisation and Volcanicity, Gold Coast Australia.
- HOMILIUS, J. (1969): Geoelektrische Untersuchungen am Goldseifenvorkommen Zarkasan/Afghanistan. - *Geol. Jb.*, 88:113-126, Hannover.
- INQUA (1982): Newsletter No. 4. - *striolae* 1982(1):21, Uppsala.
- KARTASHOV, J. P. (1971): Geological features of alluvial placers. - *Economic Geology*, 66:879-885, Lancaster.
- KNABE, W., MÜLLER, P. & WEISER TH. (1982): Erzmikroskopische und mikroanalytische Untersuchungen, Aufbereitungsversuche und Untersuchung der Transparenzphasen von vier unterschiedlichen Fraktionen eines Pt-Konzentrats aus Nordbirma, Uyu Fluß, Goldfeld Nawnpusawng. - Internal report, 15 S. (unpubl.), BGR Hannover.
- KNABE, W. & WEISER, TH. (1987): Bericht über sedimentologische Untersuchungen von 2 HM- und PGM-Proben aus Manawtha/Thaungdut und Ta-nga, Chindwin Fluß. - Untersuchungsbericht (unpubl.), ECAMS III, BGR Hannover.
- KOBAYASHI, T. & TORIYAMA, R. (Hrsg.) (1975): Geology and Palaeontology of Southeast Asia. - Vol. 15:461 S. (University of Tokyo Press), Tokyo.
- KOCH, K. E. & SIEBENHÜNER, M. (1969): Some Newly Discovered Prehistoric Sites in Northern Thailand. - *Jour. of the Siam Soc. (JSS)*, LVII/2:260-320, Bangkok.
- KUHLE, M. (1988): Eine reliefspezifische Eiszeittheorie. Nachweis einer tibetischen Inlandvereisung und seine energetischen Konsequenzen. - *Die Geowissenschaften*, 6/5:142-150, Weinheim.
- MACDONALD, E. H. (1983): Alluvial mining. - 508 S. (Chapman and Hall Ltd.), London.
- MACLAREN, J. M. (1908): Auriferous Deposits of Burma. - *Mining Journal*, 1908:369, London.
- MOVIUS, JR. H. L. (1943): The Stone Age in Burma. - *Transacta Amer. Phil. Soc.*, N.S., 32:341-393, Philadelphia.
- MYAT HTUT (1988): A brief report on Quaternary Geology in Upper Chindwin Area between Tatkon (Mawlaik Township) and Homalin. - Report (TSC), 9 s. (unpubl.), 18.5.88, Rangoon.
- NELSON, C. S., HENDY, C. H., JARRETT, G. R. & CUTHBERTSON, A. M. (1985): Near-synchronicity of New Zealand alpine glaciations and Northern Hemisphere continental glaciations during the past 750 kyr. - *Nature*, 318:361-363, London.
- PAPP, A. (1959): Tertiär, I. Teil: Grundzüge Regionaler Stratigraphie. - 411 S. (Ferdinand Enke Verlag), Stuttgart.
- PASCOE, E. H. (1912): A Traverse across the Naga Hills of Assam from Dunapur to the Neighbourhood of Rarameti Peak. - *Réc. Geol. Surv. India*, XLII, 4. Calcutta.
- "- (1973): A Manual of the Geology of India and Burma. - Vol. I-III, 3rd Edition, 2130 S., New Delhi.
- PETROLEUM PROJECT BURMA (BANNERT, D.) (1977): Geological Study of the Southern Chindwin Basin with Special Emphasis on the Possibilities for Hydrocarbons. - 76 S., Final Report Phase III, Part II (unpubl.), BGR Hannover.

- PRAKASH,V.(1971): Fossil wood from the Tertiary of Burma. - *Palaeobotanist* (India), 20(1):48-70, New Delhi.
- PRINSEP,J.(1834): Note on the Discovery of Platina in Ava in Asiatic Research. - *Gleanings of Science*, XVIII:279-284, Calcutta.
- REIMANN,K.U.& AYE THAUNG (1981): Results of palynostratigraphical investigations of the Tertiary sequence in the Chindwin Basin/Northwestern Burma.- *IV.Int.Palynol.Conf.*, 1977/3:380-395.
- RITTER,C. (1835): Die Erdkunde von Asien. Die Indische Welt. - Bd.IV,1.Abt., 5.Teil, 2.Buch-Asien, 1046 S.(Verlag G.Reimer), Berlin.
- RÖGL,F.& STEININGER,F.F.(1983): Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkummediterranen Raumes. - *Ann.Naturhist.Mus.Wien*, 85/A:135-163,Wien.
- RUST,B.R.(1978): Depositional Models for Braided Alluvium. - *Canad.Soc.Petrol. Geol.Mem.*, 5:605-625, Calgary.
- "- (1978): A Classification of Alluvial Channel Systems. - *Canad.Soc.Petrol. Geol.Mem.*, 5:178-198, Calgary.
- SARIN,D.D.(1964): Characteristics of channel sediments of the Chindwin River.- *Journ.Burma Res.Soc.*, 47/2:352-365, Rangoon.
- "- (1968): Composition of Channel sediments of the Chindwin River.-*Journ. Sci.Technol.Burma* (1st Burma Res.Congr.1966), 1/1:45-58,Rangoon.
- SCHMINCKE,H.-U.(1968): Vulkanismus. - 164 S.(Wiss.Buchgesellschaft),Darmstadt.
- SENGÖR,C.A.M.(1981): The geological exploration of Tibet. - *Nature*,294:403-404, London.
- SOE WIN(1987): Platinum-Group Minerals(PGM)-bearing Gold Placers of the Chindwin Basin. - TSC-Report, ECAMS-Project, 61 S.(unpubl.), Rangoon.
- SOE WIN et al.(1987): Prospecting and Evaluation of the Hwephugon (Thaungdut) placer.Homalin Township, Sagaing Division.- TSC-Report, ECAMS-Project, 25 S.(unpubl.), Rangoon.
- STEININGER,F.F., RÖGL,F.& MARTINI,E.(1976): Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe).- *Newsletter Stratigr.*, 4/3:174-202, Berlin-Stuttgart.
- STEININGER,F.F.& PAPP,A.(1979): Current biostratigraphic and radiometric correlations of Late Miocene Central Paratethys stages (Sarmatian s.str., Pannonian s.str.and Pontian) and Mediterranean stages (Tortonian and Messinian) and the Messinian Event in the Paratethys. - *Newsletter Stratigr.*, 8/2:110 pp., Berlin-Stuttgart.
- STEPHENSON,D.& MARSHALL,T.R.(1984): The petrology and mineralogy of Mt.Popa Vulcano and the nature of the late Cenozoic Burma Volcanic Arc.- *J.Geol.Soc.*, 141:747-762, London.
- STUART,M.(1923): Geological traverses from Assam to Myitkyina through the Hukawng Valley.- *Rec.Geol.Surv.India*,54/4:398-409, Calcutta.
- TAINSH,H.R.(1953): Burma. - in: *The science of Petroleum. The World's oilfields the eastern hemisphere.* - Vol.VI, part I, S.112-117, London.
- TEILHARD DE CHARDIN,P.(1938): Deuxiemes Notes sur la Paleontologie humaine en Asie meridionale. - *L'Anthropologie*, XLVIII:449-456, Paris. (Alle Arbeiten von TEILHARD DE CHARDIN repr.1971 bei Walter Verlag, Olten).
- "- (1938): The Fossils from Locality 12 of Choukoutien.- *Pal.Sin.*,N.S.C., No.5, whole ser.No.114:1-47, Nanking.
- "- (1938): La Villafranchien d'Asie et la question du Villafranchien.- *C.R.somm.Soc.Geol.France*, seance du 5.12., S.325-327, Paris.
- "- (1938?): Late Cenozoic gravels and soils in Upper Burma. - *L'Anthropologie*, LXIX:209-218, Paris.
- "- (1941): Early Man in China. - *Inst.de Geo-Biologie Peking*,1941:1-9, Peking.
- "- & YOUNG,C.C.(1928): Preliminary Report on the Chou Kou Tien Fossiliferous Deposits. - *Bull.Geol.Soc.China*,VIII:171-202, Peking.
- "- & PEI,W.C.(1930?): The Lithic Industry of the Sinanthropus Deposits in Choukoutien. - *Bull.Geol.Soc.China*, XI:315-364, Peking.
- "- & YOUNG,C.C.(1932): On some Neolithic (and possibly Palaeolithic) Finds in Mongolia, Sinkiang and West China. - *Bull.Geol.Soc.China*, XII:83-104, Peking.

- TEILHARD DE CHARDIN, P. & BLACK, D., YOUNG, C.C., PEI, W.C. (1933): Fossil Man in China.- Mem. Geol. Surv. China, Ser. A No. 11:1-157, Peking.
- "- & STIRTON, R.A. (1934): A Correlation of some Miocene and Pliocene Mammalian Assemblages in North America and Asia with Discussion of Mio-Pliocene Boundary. - Publ. Univ. Cal. Bull. Geol. Sci., XXIII:277-290, Berkeley.
- "- & PEI, W.C. (1941): The Fossil Mammals from Locality 13 of Choukoutien.- Pal. Sin., N.S. No. 11, whole ser. No. 126:1-107, Peking.
- "- & LEROY, P. (1942): Chinese Fossil Mammals. A Complete Bibliography, Analysed, Tabulated, Annotated and Indexed. - Publications of the Inst. de Geo-Biologie, 8:1-142, Peking.
- TERRA, H. DE & TEILHARD DE CHARDIN, P. (1936): Observations on the Upper Siwalik Formation and Later Pleistocene Deposits in India. - Proceedings of American Phil. Soc., LXXVI:791-822, Washington.
- TERRA, H. DE, TEILHARD DE CHARDIN, P. & PATERSON, T.T. (1936): Joint Geological and Prehistoric Studies on the Late Cenozoik in India. - Science, 83:No. 2149:233-236.
- TERRA, H. DE & TEILHARD DE CHARDIN, P. & MOVIUS, H.L. (1938): geological and Archaeological Aspects of South-Eastern Asia. - Nature, No. 3589, Vol. 142:275-278, London.
- TERRA, H. DE & PATERSON, T.T. (1939): Studies on the Ice age in India and associated human cultures. - L'Anthropologie, XLIX:729-731, Paris.
- TERRA, H. DE & MOVIUS, H.L. (1943): research on Early Man in Burma. - Transacta Americ. Phil. Soc., N.S., 32/3:267-466, Philadelphia.
- THENIUS, E. (1959): Tertiär. II. Teil: Wirbeltierfaunen. - 328 S. (Ferdinand Enke Verlag), Stuttgart.
- THEOBALD, W. (1862): Notes on stone implements from Bundelkhand and the Andamans.- Journ. Asiat. Soc. Bengal., 31:323-327, Calcutta.
- "- (1865): Note on the discovery of stone implements in Burma. - Proc. Asiat. Soc. Bengal., XXII:125-127, Calcutta.
- "- (1870a): On the alluvial deposits of the Irrawaddy, more particularly as contrasted with those of the Ganges. - Rec. Geol. Surv. India, 3(1):17-27, Calcutta.
- "- (1870b): Exhibition of a stone implement from Prome. - Proc. Asiat. Soc. Bengal., XXVII:220-222, Calcutta.
- UNDP (1979): Mineral Exploration in selected areas.- Technical Report No. 6, unpublished, United Nations, New York.
- WADIA, D.N. (1951): The transitional passage of Pliocene into the Pleistocene in the North-Western Sub-Himalayas. - Proc. 18th Int. Geol. Congr., 1948/11:43-48.
- ZIMMERMANN, K. (1988): Dienstreisebericht über eine Dienstreise nach Burma.- 33 S. (unpubl.), BGR Hannover.

Nachtrag:

- GOOSSENS, P.J. (1978): The metallogenic provinces of Burma; their definitions, geologic relationships and extension into China, India and Thailand.- 3rd Regional Conf. Geol. and Miner. Resources of Southeast Asia, S. 431-492, Bangkok.
- BANNERT, D. (1979): Report on Studies of the Stratigraphy, Structure, Palynology and Petroleum Geology of the Western Part of the Central Burma Basin. - Petroleum Project Burma, Phase IV, Report (unpubl.), BGR Hannover.

\* Zusätzlich zu der im Text zitierten Literatur werden im Literaturverzeichnis die Arbeiten aufgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls (unzitiert) bei der Ausarbeitung berücksichtigt wurden. Zum Teil handelt es sich auch um weiterführende Literatur.