

Über das Altpleistozän und die Flußterrassen im Gebiet des mittleren Tibers

VON REINER VINKEN, Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover

Mit 1 Karte (Taf. 1), 2 Abbildungen und 1 Tabelle (Taf. 2)

Inhalt

Zusammenfassung.

Abstract.

Riassunto.

A. Einführung.

B. Zur Geologie des Pleistozäns

I. Altpleistozäne Ablagerungen

- a) Die altpleistozänen Schichten bei Baschi
- b) Das vulkanogen beeinflusste Altpleistozän zwischen Castiglione i. T. und Attigliano
- c) Die altpleistozänen Schichten zwischen Bassano i. T. und Civita Castellana
- d) Das marin beeinflusste Altpleistozän westlich und südwestlich von Poggio Mirteto
- e) Versuch der Parallelisierung und Einordnung der Schichten in das stratigraphische System des Quartärs

II. Die Terrassen

- a) Obere Terrasse
- b) Mittlere Terrasse
- c) Untere Terrasse
- d) Die Konvergenz der Terrassen und ihre Stellung im stratigraphischen System des Quartärs.

C. Literatur.

Zusammenfassung: Die Petrographie und die Fazies der altpleistozänen Schichten am mittleren Tiber werden beschrieben. Nach der Parallelisierung der Vorkommen liegt eine fluviatile Schotterfolge im allgemeinen über dem in Asti- und Piacenza-Fazies entwickelten marinen Oberpliozän. Die Schotterfolge wird überlagert von limnischen Sedimenten, die geringmächtige Braunkohlenflöze führen. Im Liegenden der limnischen Schichten sind lokal die marinen Ablagerungen der Kalabrischen Ingression eingeschaltet. Im Hangenden der limnischen Schichten sind vulkanische Tuffe und Laven und fluviatile Schotter ausgebildet. Die genannten altpleistozänen Schichten werden von mächtigen weitausgedehnten Travertinen bedeckt. Es wird versucht, die auskartierten Schichten nach Fazies und Fossilinhalt Kalt- und Warmzeiten zuzuordnen und so in das stratigraphische System des Quartärs einzustufen.

Es wurden drei Terrassen festgestellt, die von der Paglia-Mündung gegen das Becken von Rom an Auenabstand verlieren und schließlich unter die holozänen Sedimente der Flußaue abtauchen. Die Konvergenz der Terrassen zeigt eine tektonische Hebung des Gebietes am mittleren Tiber und eine Absenkung des Beckens von Rom an. Die Oberflächen der beiden älteren Terrassen sind von Travertin und vulkanischem Tuff bedeckt; die jüngste Terrasse ist frei von diesen Bildungen. Der Einfluß der tektonischen, klimatischen und thalassostatischen Faktoren auf die Terrassenbildung wird diskutiert, und es wird versucht, die Terrassen in das stratigraphische System des Quartärs einzuordnen.

Abstract: A description is given of the petrography and facies of the old-pleistocene sediments in the region of the middle part of the river Tevere. According to the correlation of the occurrences a fluvatile pebbleseries normally superposes the marine Upper-Pliocene appearing in Asti- and Piacenza-facies. The pebbleseries, in turn, is overlain by limnic sediments bearing thin seams of lignite. Underlying the limnic deposits, there are interbedded, locally, marine sediments of the Calabrian ingression. Younger than the limnic beds are volcanic tuffs, lavas, and fluviatile pebbles. The above mentioned old-pleistocene sediments are covered by thick widely spread travertines. An attempt is made to correlate the mapped strata to cold and warm pleistocene periods according to facies and fossils, and thus to come to a correlation to the pleistocene stratigraphical system.

Three terraces have been found. Their vertical distances to the river-plain decrease from the mouth of the Paglia towards the basin of Rome. The terraces finally disappear below the holocene sediments of the river-plain. The convergence of the terraces indicates a tectonical uplift of the area in the middle part of the river Tevere, it also indicates a depressive movement of the basin of Rome. The surfaces of both the older terraces are covered by travertine and volcanic tuff; the youngest terrace is not overlain by these deposits. The influence of the tectonical, climatical, and thalassostatical factors on the formation of the terraces is discussed. An attempt is made to correlate the terraces to the stratigraphical system of the Quaternary.

R i a s s u n t o : Vengono descritte la petrografia ed la *fàcies* dei sedimenti del pleistocene remoto della parte centrale del Tevere. A seconda del parallelismo della stratificazione una serie d'acciottolatura fluviale si trova generalmente sotto l'altopliocene marittimo, apparso in Asti- e Piacenza-*fàcies*. La serie d'acciottolatura è sottoposta ai sedimenti limnici, che portano dei filoni poco potenti di lignite. Al di sotto degli strati limnici sono situati locali sedimenti marittimi dell'ingressione calabra. Sopra gli strati limnici si sono formati dei tufi vulcanici, delle lave e delle acciottolature fluviali. I suddetti sedimenti nel vecchio pleistocene sono coperti da tentativo di mettere gli strati rilevati in correlazione ai periodi freddi e caldi secondo *fàcies* e fossili, per raggiungere una correlazione del sistema stratigrafico pleistocenico.

Furono trovate 3 terrazze. Le loro distanze verticali dalla pianura del fiume si diminuiscono dalla foce di Paglia verso il bacino di Roma. Infine le terrazze spariscono sotto i sedimenti olocenici della pianura de fiume. La convergenza delle terrazze indica un rialzamento tettonico dell'area della parte centrale del Tevere, come anche lo indica un movimento depressivo del bacino di Roma. Le superfici delle vecchie terrazze sono coperti dal travertino e tufo vulcanico. La più recente terrazza non è coperta di questi depositi. L'influsso dei fattori tettonici, climatici e talassostatici alla formazione delle terrazze viene discusso, e viene tentato di mettere in correlazione le terrazze col sistema stratigrafico dell'epoca quaternaria.

A. Einführung

Das kartierte Gebiet liegt in Mittelitalien nördlich von Rom im Grenzbereich der Regionen Latium und Umbrien. Als mittlerer Tiber wird hier die Flußstrecke von oberhalb der Paglia-Mündung südöstlich Orvieto bis Passo Corese an der Via Salaria verstanden (Anlage 1: Geologische Karte 1 : 200 000).

Das Tibertal im weiter gefaßten Sinne wird im Arbeitsgebiet vorwiegend von Schichten des marinen Oberpliozäns in toniger Piacenza- und sandiger bis konglomeratischer Asti-Fazies eingenommen. An jüngeren Ablagerungen treten die in diesem Aufsatz behandelten pleistozänen marinen, limnischen, fluviatilen und vulkanogenen Bildungen auf. Nach Westen wird das Tibertal von einem Vulkangebiet begrenzt, das sich von nordöstlich des Bolsener Sees über das Becken von Rom bis südöstlich von Velletri erstreckt. Nach Osten wird das Arbeitsgebiet durch eine etwa 150° streichende Schwelle von einer im großen parallel dazu verlaufenden Beckenfolge abgetrennt. Die Schwelle zieht sich als tektonische Hebungszone von den Sabiner Bergen über Narni zum Trasimenischen See hin. Sie wird vorwiegend aus alpidisch gefalteten jurassischen und kretazischen Kalken und alttertiären klastischen Sedimenten aufgebaut. Die Beckenfolge östlich dieser Schwelle erstreckt sich von Rieti über Terni und weiter zusammenhängend über Aquasparta, Todi, Marciano bis Perugia. Die Becken sind mit pliopleistozänen limnischen und fluviatilen Sedimenten gefüllt, denen nach neueren unveröffentlichten Untersuchungen von F. BENDER, K. E. KOCH und G. WAGNER brackische Schichten zwischengelagert sind, die auf kurzfristige marine Ingressionen hinweisen.

Geologisch gesehen umfaßt das Gebiet des mittleren Tibers die Flußstrecke vom Austritt aus dem Engtal südöstlich Orvieto, in dem der Tiber die Schwelle Narni—Trasimenischer See durchbricht, bis zum Eintritt in das Senkungsgebiet des Beckens von Rom.

Für die Übersichtskartierung i. M. 1 : 25 000, die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegt, standen im Herbst 1960 etwa 5 Wochen zur Verfügung. Sie sollte im Zusammenhang mit lagerstättenkundlichen Fragen dazu dienen, einen Einblick in die Faziesverhältnisse und Stratigraphie des Altpleistozäns und in die Ausbildung und Lage der Tiberterrassen zu gewinnen.

Die Arbeiten in Mittelitalien wurden im Auftrag des Ingenieurbüros für Bergbaufragen Dr.-Ing. Otto GOLD, Köln, für die Italgas von einer Arbeitsgruppe von vier Geologen ausgeführt. Ich danke Herrn Dr. GOLD, daß er mir die Veröffentlichung meiner Ergebnisse im Tibergebiet ermöglichte. Herr Dr. G. LÜTTIG machte uns mit den Problemen des Pliozäns und Pleistozäns Mittelitaliens im Gelände bekannt; außerdem übernahm er die palaeontologische Bearbeitung der Ostrakoden. An der Bestimmung der übrigen limnischen, terrestrischen und marinen Fauna waren die Herren Dr. H.-O. GRAHLE (limnische und terrestrische Schnecken und Muscheln), W. KOCH (Foraminiferen) und Dr. F. SCHMID (marine Schnecken und Muscheln) vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung beteiligt. Allen Herren möchte ich für ihre Hilfe danken.

B. Zur Geologie des Pleistozäns

I. Altpleistozäne Ablagerungen

Die Altpleistozänvorkommen lassen sich nach ihrer faziellen Ausbildung und ihrer räumlichen Verteilung in vier Gruppen einteilen, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Westlich des Tibers sind Altpleistozän-Ablagerungen weit verbreitet; ihr Studium wird jedoch durch die mächtige junge Tuffbedeckung behindert oder unmöglich gemacht. In der beigegebenen Karte 1 : 200 000 (Anlage 1) erscheinen deshalb die Altpleistozänvorkommen als schmale Streifen. Ihre Fortsetzung nach Westen ist nur in einzelnen tiefen Tälern der Beobachtung zugänglich. Östlich des Tibers sind die Altpleistozänablagerungen weniger häufig erhalten. Sie sind hier jedoch flächenhaft meist ohne Bedeckung gut abgeschlossen.

a) Die altpleistozänen Schichten bei Baschi

Nordöstlich von Baschi liegen in einer Höhe von etwa 240 m ü. NN 10—15 m mächtige fluviatile Schotter über marinem Oberpliozän. Im Ostteil des Vorkommens ist das Oberpliozän in tonig-schluffiger Piacenza-Fazies, im Westteil in sandig-konglomeratischer Asti-Fazies ausgebildet. Die Konglomerate des Asti enthalten Bänke mit bis zu kopfgroßen Geröllen. Die Gerölle sind typisch marin abgerundet, die Kalke unter ihnen weisen starke Lösungseindrücke auf.

Die fluviatilen Schotter unterscheiden sich aufgrund ihrer Zurundung eindeutig von den Asti-Schottern, auch sind bei ihnen die Lösungseindrücke viel seltener. Im Hangenden der fluviatilen Schotter folgen bis zu 30 m mächtige fossilführende Mergel und Tone limnischen Ursprungs. In diesen Schichten treten humose Tone und bis zu 0,60 m mächtige Braunkohlenflöze auf, die zeitweise für Hausbedarf abgebaut wurden. Die limnischen Ablagerungen liegen horizontal.

Die Untersuchung der Fauna wies limnisches Pleistozän nach. Nach der Lagerung sind die Schichten jünger als das Oberpliozän und älter als die Obere Terrasse, die in ihnen eingeschachtelt liegt.

b) Das vulkanogen beeinflusste Altpleistozän zwischen Castiglione i.T. und Attigliano

In diesem Gebiet liegt westlich des Tibers über dem marinen Oberpliozän eine sehr wechselhafte Schichtfolge vor. Sie ist aus fluviatilen Schottern, limnischen Ablagerungen und Travertinen aufgebaut und vor allem im oberen Teil stark von vulkanischen Tuffen beeinflusst. Dabei lassen sich zwei von Norden nach Süden ineinander übergehende Faziesabfolgen unterscheiden: Im Gebiet unmittelbar südlich Castiglione i. T. ist eine Wechselfolge von vorwiegend limnischen Mergeln und Tonen mit Seekalkbänken, Kalkschluffen, fluviatilen Schottern und Tuffitbänken in einer Gesamtmächtigkeit von 40—50 m aufge-

geschlossen. Darüber folgt mit unscharfer Grenze eine etwa 25 m mächtige Ablagerung aus vulkanogenen und untergeordnet limnischen Bildungen, in die Travertinlinsen eingelagert sind. Charakteristisch sind die Tuffitlagen mit einer individuenreichen terrestrischen und limnischen Molluskenfauna. Im oberen Teil der Folge kann der limnische Anteil völlig fehlen. Über dem unteren Abschnitt folgen dann graugrüne Tuffe, die ihrerseits von braunen jungpleistozänen Tuffen überlagert werden.

Einen Einblick in den wechselhaften Aufbau der Schichten gibt das Profil bei S. Benedetto südlich Castiglione i. T.:

Profil 1 bei S. Benedetto

> 20,00 m jungpleistozäner Tuff, braun

Obere Serie

- 1,20 m Tuff, graugrün
- 1,80 m Mergel, weißgrau
- 3,10 m Tuffit, graubraun
- 2,00 m Mergel und Kalkschluff (Seekreide?), weiß
- 2,30 m Tuffit, graubraun, fossilführend
- 5,20 m Tuffit, graubraun, mit bis zu 1 m mächtigen Travertinlinsen
- 4,70 m Wechsellagerung von Kalkschluff, Mergel und Travertinlinsen
- 2,00 m Seekalk, weiß, splittrig, fossilführend
- 1,10 m Tuffit, grau
- 1,20 m Travertin, mit Schotterlinsen

Untere Serie

- ca. 10,00 m Mergel und kalkige Tone, gelbbraun, fossilführend
- 2,30 m Schotter, graubraun, fluviatil
- ca. 13,00 m Mergel, weißgrau, mit zwei 20 cm mächtigen Schotterlagen
- 1,50 m Seekalk, weiß, splittrig, mit Tuffitlinsen
- 0,90 m Seekreide, weißgrau, mit Tuffitlagen
- 2,20 m Mergel, gelb, fossilführend
- 1,00 m Schotter, grau, fluviatil
- 9,00 m Mergel, graugelb
- 1,30 m Kalksandstein, gelb
- 2,40 m Schotter, graubraun, fluviatil
- 2,00 m Ton, grau
- ca. 5,00 m nicht aufgeschlossen
- > 5,00 m Schotter, grobsandig, dunkelrostbraun, schräggeschichtet, reich an vulkanischem Material

- ca. 10,00 m nicht aufgeschlossen
- > 30,00 m marines Oberpliozän in Asti-Fazies.

In dieser Ausbildung erstrecken sich die Schichten bis nordöstlich Graffignano. Nach einem relativ schnellen Übergang ist dann von östlich Graffignano bis auf die Höhe von Attigliano eine scharfe Zweiteilung der altpleistozänen Folge in einen fluviatilen und einen vulkanogenen Abschnitt zu beobachten. Im Liegenden sind über marinem Oberpliozän, meist in Piacenza-Fazies, fluviatile Kiese und Sande mit einer Mächtigkeit von stellenweise mehr als 12 m verbreitet. Darüber folgen z. T. mehr als 15 m mächtige, vorwiegend vulkanogene und limnische Ablagerungen. Zum Hangenden der Gesamtfolge hin setzen Travertinlinsen ein. Der limnische Anteil wechselt; auch hier vertreten in einigen Aufschlüssen graugrüne Tuffe den gesamten oberen Abschnitt. Westlich Attigliano liegt eine Travertinplatte, in deren unterem Teil geringmächtige Tuffitlinsen auftreten, unmittelbar über der fluviatilen Serie.

Ein Beispiel für den Aufbau der Schichten des Gebietes zwischen Graffignano und Attigliano ist das Profil bei Collevale westlich Attigliano;

Profil 2 Collevalle

> 30,00 m jungpleistozäner Tuff, braun

Obere Serie	ca. 15,00 m	Wechsellagerung von grauem Tuff und graubraunen fossilführenden Tuffiten, untergeordnet Travertinlinsen und dm-mächtige limnische Mergel
	2,30 m	Tuffit grau, feingeschichtet, mit Blattabdrücken
	ca. 7,00 m	nicht aufgeschlossen
Untere Serie	4,30 m	Feinsand, gelb, feingeschichtet mit Fossilagen
	3,10 m	Kiese, rostbraun, schräggeschichtet, fluviatil
	1,80 m	Sand, rostbraun, grünlich und schwarz-braun, schräggeschichtet, reich an umgelagertem Tuff
	3,60 m	Kies, mit Sandlinsen, rostfarben, schräggeschichtet
	ca. 5,00 m	nicht aufgeschlossen

> 60,00 m marines Oberpliozän in Piacenza-Fazies.

Die Basis der hier beschriebenen altquartären Schichten liegt zwischen 170 m ü. NN im Norden und 130 m ü. NN im Süden. Die Absenkung der Basis zeigt nach Richtung und Betrag etwa dieselben Werte wie die der später zu besprechenden Oberen Terrasse in diesem Abschnitt. Bisher ist es nicht möglich zu beurteilen, ob dieses Absinken der Altpleistozän-Basis auf eine spätere tektonische Kippung zurückzuführen ist oder ob ein älteres Relief zugedeckt wurde. Eine meßbare Diskordanz zum liegenden Oberpliozän konnte nicht festgestellt werden.

Eine vorläufige Bestimmung der in den zahlreichen entnommenen Proben (Mergel, Ton, Feinsand, Tuffit) auftretenden Fossilien ergab:

Ostracoda

Candona aff. falcata ALM
Candona neglecta SARS n. ssp. 1)
Candona neglecta SARS n. ssp. 2)
Candona neglecta SARS ssp. indet.
Candona rostrata BR. & NORM.
Cyclocypris aff. serana (KOCH)
Cyprideis littoralis (BRADY)
Cyprinotus incongruens (RAMDOHR)
Ilyocypris gibba gibba (RAMDOHR)
Ilyocypris gibba (RAMDOHR) n. ssp. 1)
Ilyocypris sp. fragm.

Vertigo sp. indet.

Trichia sp. indet.
Succinea (Oxyloma) elegans (MONT.)
Euconulus trochiformis MONT.
Galba trinuculata MÜLL.
Gyraulus roßmäßleri AUERSW.
Bulimus tentaculatus (LINN.)
Viviparus sp. indet.
Valvata cristata MÜLL.
Valvata piscinalis MÜLL.
Zonites verticillus FÉR.
Cepaea sp. indet.
Pomatias elegans (MÜLL.)
Oxychilus sp.

Gastropoda

Pupilla muscorum (LINN.)
Helix sp. indet.
Vallonia pulchella (MÜLL.)

Lamellibranchiata

Musculium lacustre MÜLL.

Nach dieser Fauna, vor allem nach den Ostrakoden, handelt es sich bei den untersuchten Schichten um limnisches Altpleistozän. Anzeichen für brackische Einschaltungen gehen nach der Gesamtausbildung der Schichten auf Binnensalzstellen, nicht aber auf marine Beeinflussung zurück. Weitere Anhaltspunkte für das Alter der Schichten ergeben sich daraus, daß sie sich überall unmittelbar im Hangenden des Oberpliozäns befinden und daß sie topographisch höher liegen als die Obere Terrasse. Der Fluß, der die Sedimente der Oberen Terrasse ablagerte, hat die altpleistozänen Schichten unterschritten; seine Ablagerungen sind also jünger.

Die Faziesverteilung der altpleistozänen Schichten im Gebiet zwischen Castiglione i. T. und Attigliano ergibt im Nordteil das palaeogeographische Bild einer mit Seen überzogenen

1) Eine endgültige taxonomische Einreihung dieser Arten und Unterarten ist durch eine in Vorbereitung befindliche Publikation von G. LÜTTIG zu erwarten.

Landschaft. Das limnische Regime wechselt mit dem fluviatilen auf engstem Raum. Im Süden kamen in dieser Periode überwiegend fluviatile Sedimente zum Absatz. Während dieser Zeit setzt die vulkanische Tätigkeit ein; sie wird im Verlauf der Zeit stärker und erreicht ihren ersten Höhepunkt, was in dem häufig die anderen Komponenten überwiegenden Tuffanteil der Schichten zum Ausdruck kommt.

c) Die altpleistozänen Schichten zwischen Bassano i. T.
und Civita Castellana

In diesem Abschnitt ist die fluviatile Fazies im Altpleistozän weitaus vorherrschend. Das nördlichste Vorkommen dieses Bereiches liegt bei Penna i. T. in einer Höhe von 240 m ü. NN über tonigem marinem Oberpliozän. Im oberen Teil sind der fluviatilen Folge limnische fossilführende Mergel und Kalke von geringer Mächtigkeit zwischengeschaltet. Die Ablagerungen werden von einer bis zu 20 m mächtigen Travertinplatte bedeckt.

Westlich des Tibers folgt zwischen Bassano i. T. (bei 250 m ü. NN) und Orte (210 m ü. NN) über marinem Ton des Oberpliozäns oder einem marinen Konglomerat (bei Orte) eine mehr als 10 m mächtige fluviatile Schotterserie, die ihrerseits von limnischen Mergeln und Tönen überlagert wird. Die Mächtigkeit der limnischen Schichten beträgt mehr als 15 m. In ihnen sind bis zu 70 cm mächtige Braunkohlenflöze ausgebildet, die zeitweise bei Bassano i. T. und westlich Orte abgebaut wurden. Nach Süden wird der limnische Anteil des Profils geringer; die Tone und Mergel keilen schließlich bei Orte Stazione südlich von Orte aus. Die Travertinüberdeckung, die westlich Orte einsetzt, reicht noch einige km weiter nach Süden.

Die rein fluviatile Fazies läßt sich über das Tal von Gallese hinaus bis südlich Borghetto verfolgen. Die Schotter erreichen eine Mächtigkeit von über 100 m. Ihre Basis über dem marinen Oberpliozän sinkt von südlich Orte von 275 m ü. NN kontinuierlich und relativ steil auf unter 45 m ü. NN nördlich Civita Castellana ab. Wie in den senkrecht zum Tiber verlaufenden Tälern zu beobachten ist (besonders Gallese und Civita Castellana), sinkt die Schotterbasis auch von Osten nach Westen ab. Die Zone der größten Mächtigkeit und der tiefsten Position der Auflagerungsfläche der Schotter verläuft westlich des heutigen Tibertals. Es muß daraus geschlossen werden, daß das Entwässerungssystem zur Zeit der Ablagerung der fluviatilen Serie sich stark vom heutigen Tibersystem unterschied und wenig mit diesem gemein hatte.

Das Absinken der Auflagerungsfläche ist primär auf die Überschotterung eines alten Reliefs zurückzuführen. Sekundär kommt eine Schrägstellung der Fläche durch tektonische Bewegungen hinzu, deren Auswirkungen auch bei den Terrassen nachgewiesen werden können.

Östlich der Neramündung liegt die Basis der zur gleichen Folge gehörenden 50—70 m mächtigen Schotter im Osten 230 m ü. NN und im Westen 195 m ü. NN. Das Absinken der Auflagerungsfläche nach Westen ist also auch hier vorhanden. Ein isolierter Schotterrest findet sich bei Otricoli. An der Oberfläche beider Vorkommen sind Reste einer heute weitgehend zerstörten Rotlehmdecke erhalten geblieben.

Im Gebiet von Civita Castellana schalten sich limnische Tone und Mergel, die z. T. fossilreich und humos sind, in die fluviatile Schotterfolge ein. Östlich Civita Castellana gewinnt der vulkanische Anteil wieder Einfluß auf die Schichtfolge. Über fluviatilen altpleistozänen Schottern (Basis etwa 100 m ü. NN) folgen fossilreiche Tuffite und Tone, die durch Verwitterung aus feinkörnigem Tuff entstanden sind. Im Hangenden folgt eine mächtige Travertinplatte, die ein großes Gebiet überdeckt.

Auch östlich des Tibers ist in diesem Gebiet ein vulkanogener Einfluß festzustellen; ferner ist hier in einer Schotterfolge ein fossiler Boden ausgebildet:

Profil 3 nördlicher Aia-Talrand, Einschnitt der Straße Magliano S. — Stimigliano

>5,00 m Schotter, dunkelbraun, fluviatil, reich an Kalkgeröllen mit Sandlinsen, die zu einem hohen Prozentsatz aus Augiten und Hornblenden bestehen. Außerdem umgelagerte Asti-Fossilien.

2,00 m Braunlehm, als Verwitterungs-Restschotter Hornsteingerölle.

5,00—7,00 m Sand, braungrau, reich an vulkanischem Material, mit Kieslinsen.

3,00 m Schotter, braun, fluviatil, reich an Kalkgeröllen.

~90 m ü. NN

>50,00 m marines Oberpliozän (Sande, Tone).

Im Gebiet zwischen Bassano i. T. und Civita Castellana wurde den feinkörnigen Sedimenten eine Reihe von Proben entnommen. Eine vorläufige Untersuchung ergab in allen Fällen Pleistozän; häufig ließ sich das Ergebnis auf limnisches Altpleistozän präzisieren. Auch eine brackisch beeinflusste Fauna, die an Binnensalzstellen gebunden ist, wurde nachgewiesen. Folgende Fossilien wurden bestimmt:

Ostracoda

Candona neglecta Sars n. ssp. 2¹)

Candona aff. *rostrata* Br. & Norm.

Candona sp. juv.

Cyprideis littoralis juv. (BRADY)

Cyprideis sp.

Ilyocypris gibba (RAMDOHR) n. ssp.¹)

Paracyprina sp.

Gastropoda

Limax sp.

Bulimus tentaculatus (LINN.)

Carychium tridentatum RISSO (? *C. mariae* PAUL.)

Acme lineata DRAP.

Glandina sp. juv.

Auch in diesem Gebiet sind die beschriebenen Schichten nachweisbar jünger als Oberpliozän und älter als die Obere Terrasse.

d) Das marin beeinflusste Altpleistozän westlich und südwestlich von Poggio Mirteto

Die Ausbildung des Altpleistozäns und die Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiet werden an zwei gut aufgeschlossenen Profilen dargestellt:

Profil 4 Straßeneinschnitt bei der Ziegelei S. Vittore westlich Poggio Mirteto

VI ca. 3,00 m Schotter, braun, fluviatil, und Feinsand, braungelb, schräggeschichtet

ca. 25,00 m nicht aufgeschlossen

V > 30,00 m Ton, graublau und gelbbraun, limnisch, z. T. humos, mit bis dm-starken Braunkohlenlagen

IV 6,50 m Schotter, grau, fluviatil, mit Sandlinsen, fossilleer

III 6,20 m Sand, graugelb, mit Tonlagen und wenigen Kieslinsen, marin, fossilführend

II 5,30 m Ton, schluffig, grau, marin, fossilreich

ca. 10,00 m nicht aufgeschlossen

I > 20,00 m Schotter, marin (Oberpliozän)

In den einzelnen Schichten wurden folgende Fossilien nachgewiesen:

Schicht II

Foraminifera

Nonion boueanum

Nonion depressulum

Elphidium semistriatum

Streblus beccarii

Quinqueloculina seminula

Triloculina sp.

Valvulineria bradyana

Lamellibranchiata (juv. Formen)

Aloides (*A.*) *gibba* (OLIVI)

Pitaria (*P.*) *rudis* (POLI)

Cyprina islandica (LINNÉ)

Gastropoda (juv. Formen)

Amyclina semistriata (BROCCHI)

Bittium (*B.*) *reticulatum* (DA COSTA)

Hinia sp.

Odostomia (*Megastomia*) *conoidea*
(BRUGUEÈRE)

Schicht III

Foraminifera

Elphidium crispum

Streblus beccarii

Lamellibranchiata (juv. Formen)
Macra corallina (LINNÉ)
Pitaria (P.) *rudis* (POLI)
Venus (*Ventricola*) *multilamella* (LAMARCK)
Venus sp.

Gastropoda (juv. Formen)
Bittium (B.) *reticulatum* (DA COSTA)
Odostomia (*Megastomia*) *conoidea*
 (BRUGUEÈRE)

Schicht V
 Ostracoda
Candona candida (O. F. MÜLLER)
Candona neglecta SARS n. ssp. 2¹

Gastropoda
Limax sp.
Carychium tridentatum RISSO
 (? *C. mariae* PAUL.)
Bulimus tentaculatus (LINN.)

Die marinen Schichten in randnaher Fazies im Hangenden des Oberpliozäns (Schicht II u. III) sind nach Lagerung und Fossilinhalt (z. B. *Cyprina islandica*) mit der ersten pleistozänen Ingression der Kalabrischen Stufe verknüpft. Die fluviatilen Schotter (Schicht IV) im Hangenden der marinen Schichten zeigen die Regression des Kalabrischen Meeres an. Im Hangenden folgt darüber eine mächtige limnische Serie mit Braunkohlenlagen (Schicht V), die wiederum von fluviatilen Sedimenten überlagert wird. Die limnischen Schichten lassen sich parallel zum Tiber nach NW verfolgen, wo sie vom Fluß, der die Obere Terrasse abgelagert, unterschritten wurden.

Weiter südlich ist bei der Ponte Sfondato folgendes Profil aufgeschlossen:

	Profil 5 Pte. Sfondato über die Farfa, südwestlich Poggio Mirteto	
VIII	> 10,00 m	Tuff, braun, jungpleistozän
<hr/>		
VII	> 3,00 m	Travertin
VI	? m	Schotter, fluviatil, nicht in primärer Lagerung aufgeschossen
V	ca. 40,00 m	Feinsand und Mergel, weißgelb, mit wenigen Kieslinien, fossilführend: <i>Candona candida</i> (O. F. MÜLLER), <i>Ilyocypris gibba</i> (RAMDOHR) n. ssp. 1, <i>Limnocythere inopinata</i> (RAMDOHR)
IV	bis 0,80 m	Rotlehm, mit Hornstein-Restschottern
III	29,00 m	Schotter hellgrau, fluviatil, reich an Kalkgeröllen, mit Sand- und braunroten Lehmlinsen
<hr/>		
II	> 2,00 m	Rotlehm
I		marines Oberpliozän, Asti-Fazies

Über einer oberpliozänen Rotlehmdecke (Schicht II) kamen mächtige fluviatile Schotter (Schicht III) zum Absatz, deren oberer Teil ebenfalls von einer Rotverwitterung betroffen wurde. Diese Rotlehmdecke wurde vor Ablagerung der hangenden limnischen Sedimente (Schicht V) weitgehend zerstört, so daß sie nur noch in einzelnen Linsen (Schicht IV), die aber sicher nach dem Vorkommen von Hornstein-Restschottern in primärer Lage sind, vorliegt. Die hangenden fluviatilen Schotter wurden nicht im Schichtverband, sondern nur umgelagert und als Lesesteine angetroffen. Die gesamte Schicht V wurde in einer Veröffentlichung von G. LÜTTIG (1958) nach Fossilbestimmungen als marine Schicht kalabrischen Alters beschrieben. Neuerdings von G. LÜTTIG untersuchte Proben ergaben aber eine einwandfreie limnische Fauna, die auch wegen der transportempfindlichen Dünnschaligkeit von *Candona candida* z. B. nicht umgelagert sein kann. Eher ist es wahrscheinlich, daß die ein marines Ablagerungsmilieu anzeigenden Foraminiferen der ersten Untersuchung aus dem liegenden Asti in die limnische Schicht V umgelagert wurden. Es muß jedoch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß im untersten Teil der Schicht V, ähnlich den Verhältnissen bei S. Vittore (Profil 4), eine geringmächtige, petrographisch nicht unterscheidbare marine oder brackische Einschaltung vorliegt, die nach oben von limnischen Sedimenten abgelöst wird. Um hier zu einem gesicherten Ergebnis zu kommen, müssen im liegenden Teil der Schicht V die Proben dichter entnommen werden als es bisher geschehen ist.

e) Versuch der Parallelisierung und der Einordnung der Schichten in das stratigraphische System des Quartärs

Das Alter der in den beschriebenen Gebieten auftretenden Sedimentfolgen wird durch das Lagerungsverhältnis zu zwei Schichten festgelegt. Sie sind jünger als Oberpliozän, das sie überall überlagern, und älter als die Obere Terrasse, (Stellung der O. T. s. IID), die in ihnen eingeschachtelt liegt. Die untersuchten Schichten gehören also in den älteren Abschnitt des Pleistozäns. Diese Alterseinstufung wird auch durch die bisher untersuchte Fauna unterstützt.

Für die Parallelisierung der altpleistozänen Folgen in den einzelnen Gebieten eignen sich mehrere Schichten. Einen ersten Leithorizont bilden die Ablagerungen der vulkanischen Eruptionen. Die Erfahrung in anderen Vulkangebieten (z. B. Eifel) zeigt, daß Phasen der Eruptionstätigkeit mit Phasen der Ruhe wechseln, so daß die vulkanischen Ablagerungen als Zeitmarken benutzt werden können.

Dann sind die limnischen braunkohlenführenden Schichten zu nennen, die z. B. bei Baschi, Bassano i. T., Orte und S. Vittore auftreten (Tab. 1). Es besteht theoretisch die Möglichkeit, daß während des älteren Pleistozäns mehrmals die Bedingungen für eine Braunkohlenbildung erfüllt waren. Nach den Lagerungsverhältnissen kann jedoch angenommen werden, daß im untersuchten Gebiet die Ansammlung humoser Substanz einmalig vor sich ging. So sind z. B. nirgends zwei braunkohlenführende, nicht einmal zwei limnische Schichtkomplexe übereinander angetroffen worden.

Als dritter Leithorizont für die Parallelisierung ist der Travertin zu betrachten, der in Platten von beträchtlicher Mächtigkeit und großer Ausdehnung im Hangenden der altpleistozänen fluviatilen und limnischen Sedimente ausgefällt wurde. Auch dieser Travertin ist älter als die Obere Terrasse.

Eine weitere und an sich die beste Zeitmarke ist die marine Einschaltung der Kalabrischen Stufe. Im Arbeitsgebiet konnten die marinen Sedimente jedoch nur in einem Profil (4, S. Vittore) mit Sicherheit nachgewiesen werden. Fossile Bodenbildungen sind ebenfalls zu selten und nur in begrenzten Gebieten erhalten, um der Parallelisierung dienen zu können.

Mit Hilfe der Leithorizonte lassen sich die Vorkommen der einzelnen Gebiete in der in Tafel 2 dargestellten Weise verknüpfen. In fast allen Gebieten folgen über dem marinen Oberpliozän fluviatile Schotter. Diese werden im allgemeinen von limnischen Schichten überlagert, die geringmächtige Braunkohlenflöze führen. Die limnischen Schichten verzahnen sich z. T. mit fluviatilen Sedimenten und werden in einigen Gebieten — z. B. in der weiteren Umgebung von Gallese — völlig durch diese ersetzt. Im Hangenden der limnischen Folge treten vorwiegend vulkanische Bildungen und fluviatile Schotter auf. Die vulkanische Beeinflussung zeigt sich in geringem Maße schon in der oberen Hälfte der limnischen Serie; sie setzt sich bis in die Zeit der Travertinbildung fort.

Die marinen Schichten der Kalabrischen Stufe sind bei S. Vittore im Liegenden der limnischen braunkohlenführenden Schicht eingeschaltet. Wenn marine pleistozäne Schichten im Profil der Pte. Sfondato fehlen, wie es nach den jetzt untersuchten Proben wahrscheinlich ist, liegt die Annahme nahe, daß sie durch den Rotlehm-Horizont IV (Profil 5) vertreten sind. Das würde bedeuten, daß das Gebiet bei der Pte. Sfondato während der Kalabrischen Ingression nicht überflutet wurde, sondern der Verwitterung ausgesetzt war.

Das Altpleistozän ist auch in Mittelitalien durch einen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten gekennzeichnet. Dieser Wechsel wird zur Aufstellung des stratigraphischen Schemas des Quartärs benutzt. Es fragt sich nun, welche Hinweise sich im Arbeitsgebiet für die klimatische Einstufung der einzelnen Schichtkomplexe finden.

Nach den Erfahrungen in Mitteleuropa liegt es nahe, die braunkohlenführenden limnischen Schichten in eine Warmzeit zu stellen. Im Mittelmeergebiet kam eine Arbeitsgruppe

im Becken von Megalopolis auf dem Peloponnes zu demselben Ergebnis. Hier wurden die Braunkohlenflöze in der ersten Warmzeit des Pleistozäns abgelagert (R. VINKEN, Geol. Jb., in Vorbereitung). Nach H. REMY (1958) wurden bei Villarroya (Spanien) humose Schichten („Moormergel“) ebenfalls in einer Zeit mit warmen Klimabedingungen abgelagert. Nach Untersuchungen von E. LÖHNERT (1960, 1961) ist in Mittel- und Süditalien aus braunkohlenführenden limnischen Schichten eine Flora bekannt, die mit warmzeitlichen mitteleuropäischen Vorkommen verglichen wird. G. LÜTTIG (1958) stellt in einer Tabelle, welche die Ergebnisse einer Übersichtsuntersuchung Mittelitaliens gibt, die braunkohlenführenden Schichten in die 1. Warmzeit. Im Arbeitsgebiet spricht bei der jetzigen Untersuchung das starke Vorwiegen von wärmeliebenden Ostrakoden in den limnischen Schichten für Ablagerung in einer Warmzeit.

Eine ebenfalls warmzeitliche Bildung ist in den mächtigen weitausgedehnten Travertinen zu sehen, die im Hangenden der fluviatilen und limnischen Sedimente ausgebildet sind. Auch gilt das für die fossilen Rotlehme (Terra rossa) in der angetroffenen Ausbildung.

Unter Berücksichtigung dieser klimatischen Zuordnung ergibt sich für das Altpleistozän, wenn man den hangenden Travertin außer Betracht läßt, eine Dreiteilung, die in Tab. 1 durch die gerissenen Linien dargestellt wird. Die liegenden fluviatilen Schotter sind wohl in die erste Kaltzeit, die auf das Oberpliozän folgt, zu stellen. In der ersten im Gebiet nachweisbaren Warmzeit wurden dann die limnischen braunkohlenführenden Schichten abgelagert. In der gleichen Warmzeit unterlagen die oberen Teile der liegenden Schotter z. T. einer intensiven Rotverwitterung. In einigen Gebieten (z. B. Gallese) ging jedoch die Aufschotterung weiter. Die marine kalabrische Überflutung setzte den Gegebenheiten nach schon nach dem Höhepunkt der 1. Kaltzeit ein (vgl. auch SELLI 1954). Sie dauerte bis in die erste Warmzeit an, um noch in dieser nach der Regression von einem limnischen Regime abgelöst zu werden. Hier liegt also vorwiegend der kältere Abschnitt der Kalabrischen Stufe vor. Der in anderen Gebieten Mittelitaliens nachgewiesene ausgesprochen „warme“ Abschnitt der Kalabrischen Stufe wird durch limnische Sedimente vertreten.

Im Hangenden der limnischen Folge der 1. Warmzeit sind fluviatile Schotter und vulkanogene Sedimente ausgebildet. Bisher sind keine Hinweise für ihre Einordnung bekannt. Nach der Lagerung der Schotter über den limnischen Sedimenten der 1. Warmzeit und unter dem warmzeitlichen Travertin ist es naheliegend, sie in die 2. Kaltzeit zu stellen. Die Travertine gehören nach ihrer Lagerung in die 2. Warmzeit. Die vulkanischen Eruptionen beginnen in der 1. Warmzeit, wie das Auftreten des Tuffes in den limnischen Sedimenten zeigt, und dauernd bis in die 2. Warmzeit an, da die vulkanischen Bildungen den Travertinen im Basisbereich z. T. noch zwischengelagert sind.

G. LÜTTIG (1958) gliedert das Pleistozän Mittelitaliens in 4 Stufen:

Tiber-	Stufe
Ombrone-	Stufe
Elsa-	Stufe
Arno-	Stufe

Die einzelnen Stufen umfassen jeweils eine Warm- und eine Kaltzeit. Nur die Arno-Stufe besteht, da das Pleistozän nach der Definition (Londoner Kongreß 1948) mit einer Kaltzeit beginnen muß, aus zwei Kaltzeiten und einer Warmzeit. Wendet man diese Gliederung bei den untersuchten Schichten an, so ist das dreigeteilte ältere Pleistozän in die Arno-Stufe zu stellen, während die hangenden Travertine in die Warmzeit der Elsa-Stufe gehören würden.

Es soll jedoch festgehalten werden, daß die hier vorgenommene Parallelisierung und die Zuordnung zu Kalt- und Warmzeiten ein erster Versuch ist. Eine Parallelisierung mit dem in Mitteleuropa aufgestellten, ebenfalls noch nicht völlig gesicherten stratigraphischen

Schema des Altquartärs läßt sich deshalb nicht durchführen. Es fehlt bisher für das Arbeitsgebiet die genaue und vollständige Auswertung der fossilen Flora und Fauna, vor allem in klimatologischer Hinsicht, die Aussagen über Temperaturen, Niederschläge, Niederschlagsverteilung usw. möglich macht. Zu dieser Untersuchung sind eine Spezialkartierung der altpleistozänen Schichten und eine dichtere Probenentnahme notwendig, die in dem interessanten und relativ gut aufgeschlossenen Gebiet zu guten Ergebnissen führen werden.

II. Die Terrassen

Am mittleren Tiber sind eine große Anzahl von schotterbedeckten Verebnungen erhalten, die Reste von Flußterrassen sind. Drei morphologische Stufen sind mit Sicherheit zu unterscheiden. Sie werden von der älteren zur jüngeren mit den stratigraphisch neutralen Namen: Obere Terrasse, Mittlere Terrasse und Untere Terrasse belegt. Alle drei Terrassenkörper sind jünger als die altpleistozänen Schichten, da sie in Tälern abgelagert wurden, die in oberpliozäne und altpleistozäne Sedimente eingeschnitten wurden (Taf. 2).

Alle im Text folgenden Höhenangaben geben die Lage der Terrassen-Unterkante über Tiberspiegel an. Die Unterkante wurde gewählt, weil die Basis der Terrassen über den marinen Sanden und Tonen des Oberpliozäns meist gut aufgeschlossen ist. Die Oberflächen der Terrassen sind dagegen in vielen Fällen von mächtigen Travertinen und vulkanischen Tuffen bedeckt, so daß ihre Höhenlage oft nur ungenau anzugeben ist. Bei der Angabe der Höhenlage der Unterkante wurden z. T. mehrere Meter tief in die Unterlage der Terrasse hineingreifende Rinnen oder Kolke nicht berücksichtigt.

a) Obere Terrasse

Die Unterkante der Oberen Terrasse als der ältesten der drei Verebnungen liegt im Bereich der Paglia-Mündung 80—90 m über dem Flußspiegel. Die Terrasse ist als Verebnung auf älteren Sedimenten und als Schotterkörper erhalten. Tiberabwärts sind die Schotter der Oberen Terrasse südlich Castiglione i. T. über ein großes Gebiet in einer Höhe von 70—80 m zu verfolgen. Sie werden z. T. von einer Travertinplatte überlagert, die von jungem Tuff bedeckt wird.

Weiter südlich finden sich NE Graffignano zwei kleine Schotterreste der Oberen Terrasse in einer Höhe von 60—66 m. Wie aus Taf. 1 hervorgeht, ist bis hierher schon ein deutliches Absinken der Oberen Terrasse gegen die Flußaue festzustellen. Der Höhenlage nach sind die Obere Terrasse und die altpleistozänen Schotter gut auseinanderzuhalten.

Weiter tiberabwärts ist die Obere Terrasse im Gebiet von Attigliano auf der östlichen Tiberseite ausgebildet. Über eine Strecke von etwa 6 km sind die z. T. tuffbedeckten Schotter parallel zum Tiber in gleichbleibender Höhe von 55—58 m zu verfolgen. Die Unterbrechung des kontinuierlichen Absinkens der Terrasse gegen die Flußaue, die aus Abb. 1 gut hervorgeht, ist auf eine lokale tektonische Verbiegung der Terrasse zurückzuführen. Dasselbe Verhalten zeigt die Mittlere Terrasse, wie im nächsten Kapitel ausgeführt wird. In der Umgebung von Orte treten mehrere Terrassenreste in etwa 40 m Höhe auf. Meist liegen tuffbedeckte Schotter vor; z. T. handelt es sich um in die oberpliozänen Schichten eingeschnittene Verebnungsreste.

Im Tal der unteren Nera liegt die höchste Terrassenstufe westlich Montoro, wo der Fluß aus dem Engtal heraustritt, etwa 60 m über dem Neraspiegel. Zur Neramündung hin stellt sie sich auf die Obere Terrasse des Tibers südlich Orte in etwa 40 m Höhe ein.

Östlich von Gallese ist auf der Westseite des Tibers eine langgestreckte Verebnung zu verfolgen, die aus den altpleistozänen Schottern in 30—35 m Höhe herausgeschnitten ist. Echte Terrassenschotter konnten auf dieser von Tuff konservierten Fläche nur an einigen Stellen gefunden werden. Diese Verebnung der Oberen Terrasse sinkt von Norden nach Süden bis Borghetto um 4 m gegen die Aue ab. Östlich des Tibers liegen in diesem Gebiet südlich Otricoli 1—3 m mächtige tuffbedeckte Schotter ebenfalls in etwa 35 m Höhe.

b) Mittlere Terrasse

Im Bereich der Paglia-Mündung ist die Mittlere Terrasse in einer Reihe von Schottervorkommen erhalten geblieben, die in einer Höhe von 45—55 m liegen. Westlich des Tibers ist flußabwärts südlich Castiglione i. T. eine ausgedehnte tuffbedeckte Fläche mit Schotterbedeckung ausgebildet, die von Norden nach Süden von 45 m auf 33 m absinkt. Östlich Graffignano liegt die teilweise von Travertin bedeckte Mittlere Terrasse nur noch in 23 m Höhe. Besonders schön ist das Absinken der Terrasse gegen die Flußauie in diesem Gebiet auf der Ostseite des Tibers über etwa 9 km fortlaufend zu verfolgen. Das im Norden von Travertin überlagerte Vorkommen mit nahezu ununterbrochen aufgeschlossener Unterkante sinkt von 40 m im Norden auf 20—22 m im Süden ab.

Im Gebiet von Attigliano liegt die Mittlere Terrasse über eine Erstreckung von mehr als 3 km hin konstant in 18—20 m über Flußniveau. Sie verhält sich also ähnlich wie die Obere Terrasse in diesem Gebiet. Das starke Absinken gegen die Flußauie wird durch ein Parallellaufen der Terrassenunterkante mit dem heutigen Gefälle abgelöst. Bei Attigliano ist die Mittlere Terrasse von einer Travertinplatte bedeckt, die wiederum einen Tuffmantel trägt.

Südlich Attigliano setzt sich die Absenkung der Terrasse fort, wenn auch nicht mehr in einem so starken Maße wie im Norden: Nordwestlich Orte liegt ein von mächtigem Travertin bedeckter Schotterkörper in 13—11 m Höhe, nordöstlich von Orte beträgt der Tiberspiegelabstand ebenfalls etwa 11 m. Am Unterlauf der Nera westlich Montoro ist eine Mittlere Terrasse in 15—20 m Höhe ausgebildet. In der Nähe der Neramündung ist sie in einer Höhe von 10—12 m auf die Mittlere Terrasse des Tibers eingestellt. Weitere Verebnungsreste mit Schotterbedeckung finden sich südwestlich Otricoli in etwa 10 m und nördlich Borghetto in 10—8 m Höhe.

Südlich von Borghetto ist eine tiefer als die Obere Terrasse gelegene Terrassenfläche nicht mehr nachzuweisen. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Mittlere Terrasse auf die Flußebene aufläuft und unter diese abtaucht. Der Kreuzungspunkt der Terrasse mit der Flußauie läßt sich, da weitere Aufschlüsse fehlen, nur unter der Voraussetzung einer gleichmäßigen Absenkung aus der Konstruktion festlegen. Wie sich dabei aus Abb. 1 ergibt, ist der Kreuzungspunkt etwa in der Höhe von Stimigliano zu suchen.

Auch die Mittlere Terrasse sinkt gegen die Flußauie ab. Ihr Kreuzungspunkt mit den holozänen Sedimenten liegt weiter flußaufwärts als bei der Oberen Terrasse. Im Norden des Arbeitsgebietes ist die Absenkung stärker als im Süden. Die Verbiegung der Terrasse in der Umgebung von Attigliano, die die kontinuierliche Absenkung unterbricht, geht, wie bei der Oberen Terrasse in demselben Gebiet, auf tektonische Verstaltungen zurück.

Die Mittlere Terrasse wird von Travertin und Tuff überlagert. Die Geröllzusammensetzung ist sehr ähnlich der der Oberen Terrasse; auch hier treten im Durchschnitt 90% Kalkgerölle auf.

c) Untere Terrasse

Während Reste der Oberen und Mittleren Terrassen häufig und in ausgedehnten Flächen erhalten sind, ist die jüngere Untere Terrasse, von einigen Resten abgesehen, der Erosion wieder zum Opfer gefallen. Es spielt dabei wohl eine Rolle, daß der Unteren Terrasse die gegen die Erosion schützende Travertin- und Tuffdecke fehlt.

Im Gebiet der Paglia-Mündung liegt die Untere Terrasse 15—20 m über Tiberniveau. Südöstlich Castiglione i. T. ist ein Schotterkörper in 15 m erhalten, nordöstlich Graffignano liegt die Unterkante der Terrasse in einer Höhe von 10 m. Bis zur Neramündung südlich Orte ist von der Unteren Terrasse nichts mehr erhalten. Auch am Unterlauf der Nera ist keine Untere Terrasse ausgebildet. Der Fluß fließt in einem schmalen Tal, das in die Mittlere Terrasse oder in ältere Schichten eingeschnitten ist. Erst südlich der Nera-

mündung ist ein Terrassenkörper vorhanden, der tiefer als die Mittlere Terrasse liegt. Sein Abstand vom Tiberspiegel beträgt 5 m. Dieses Vorkommen muß zur Unteren Terrasse gestellt werden.

Ein Absinken der Unteren Terrasse gegen die Flußaue ist im Norden des Arbeitsgebietes zweifellos vorhanden. Nach den wenigen erhaltenen Vorkommen ist die Konstruktion der Gefällkurve der Unteren Terrasse mit großen Unsicherheiten belastet, und die Lage des Kreuzpunktes der Terrasse mit der Flußaue ist nicht mit Sicherheit festzustellen. Die in Abb. 1 dargestellte Kurve für die Untere Terrasse wurde aus der Höhenlage der wenigen Vorkommen und aus einer Parallelisierung mit den älteren Terrassen gewonnen.

Die Geröllzusammensetzung der Schotter der Unteren Terrasse ist der der älteren Terrassen sehr ähnlich. Die Oberfläche der Unteren Terrasse ist frei von Travertin und Tuff. Der auf der Mittleren Terrasse abgelagerte Travertin ist jünger als diese und älter als die Untere Terrasse. Der die Mittlere Terrasse noch bedeckende Tuff ist nach den Lagerungsverhältnissen in der Zeit zwischen der Sedimentation der Schotter der Mittleren Terrasse und der Unteren Terrasse zur Ablagerung gekommen.

d) Die Konvergenz der Terrassen und ihre Stellung im stratigraphischen System des Quartärs

Das Absinken der Terrassen gegen die Flußaue und ihr Untertauchen unter die holozänen Sedimente läßt Rückschlüsse auf das großtektonische Verhalten des untersuchten Gebietes zu. Eine Terrassenkonvergenz wie sie hier auftritt (Abb. 1) zeigt im Bereich des Zusammenlaufens der Terrassen ein sich regional hebendes und unterhalb des Kreuzpunktes der Terrassen ein sinkendes Gebiet an. Der Bereich des mittleren Tibers ist also mindestens seit der Entstehung der Oberen Terrasse ein Hebungsgebiet, während das Becken von Rom absinkt, so daß dort die den Terrassenschottern altersgleichen Sedimente normal, mit den ältesten unten und jüngsten oben, aufeinander folgen. Die durch die Terrassenkonvergenz nachgewiesene tektonische Tendenz ist die Fortsetzung einer älteren Anlage, wie aus der Palaeogeographie des Oberpliozäns (G. LÜTTIG 1959) hervorgeht.

Die regionalen tektonischen Bewegungen sind an zwei Richtungen gebunden. Wie einleitend bemerkt wurde, wird das weitere Arbeitsgebiet von etwa 150° streichenden Schwellen und Becken beherrscht. Nicht so ausgeprägt finden sich Hebungs- und Senkungsgebiete, deren Achsen etwa 60° streichen. Der mittlere Tiber verläuft im westlichen Vorland der Schwelle, die von den Sabiner Bergen bis zum Trasimenischen See zu verfolgen ist und wird noch von deren Hebungstendenz betroffen. Die Senkungsachse des Beckens von Rom streicht ± senkrecht zu dieser Schwelle. Die Art der großtektonischen Bewegung und damit der Kippvorgang, der die Konvergenz der Terrassen bedingt, ist aus einer Verschränkung der beiden tektonischen Hauptrichtungen des Gebietes zu erklären. Die Spezialverbiegung der Terrassen bei Attigliano zeigt, daß die Kippung nicht regional gleichmäßig vor sich geht, sondern daß Schollen vorliegen, deren Gesamt Tendenz die Hebung und Kippung bewirkt.

Es erhebt sich die Frage, wie die Terrassen und die sie begleitenden Bildungen in das System des Quartärs und in die Abfolge von Kalt- und Warmzeiten einzuordnen sind (Taf. 2). Die Obere und die Mittlere Terrasse sind häufig von mächtigen weit ausgedehnten Travertinplatten bedeckt. Obwohl die Fauna des Travertins bisher nicht untersucht wurde, ist analog zu den Verhältnissen in Mitteleuropa und anderen Teilen des Mittelmeergebietes anzunehmen, daß die Travertine in einer Warmzeit ausgeschieden wurden. Die mächtige Tuffdecke der jüngeren vulkanischen Eruptionen ist älter als die Untere Terrasse, denn deren Oberfläche ist tufffrei und jünger als die Mittlere Terrasse, die ebenso wie die Obere Terrasse von einem Tuffmantel bedeckt ist. Ob es in der Zeit zwischen der Ablagerung der Schotter der Oberen und der Mittleren Terrasse zu vulkanischen Erup-

Im Arbeitsgebiet sind tektonische, klimatische und thalassostatische Ursachen für den Wechsel von Aufschotterung und Talvertiefung in Betracht zu ziehen. Eine vierte Möglichkeit ist dadurch gegeben, daß ein Fluß durch eine Travertin-Ausscheidung aufgestaut wird und es zur Aufschotterung kommt. Beim späteren Durchbruch durch die Barriere kann es zu einer Terrassenbildung kommen. Im Neratal oberhalb Terni und an der Mündung des Corno in die Nera bei Triponzo (beides außerhalb des hier behandelten Gebietes) ist die Verwirklichung dieser Möglichkeit an einem rezenten und zwei fossilen Beispielen zu studieren. Am mittleren Tiber wurden keine Anhaltspunkte für eine derartige Terrassenbildung gefunden; sie sind bei einem Fluß von der Größe des Tibers auch nicht zu erwarten.

Mit einer tektonischen Beeinflussung der Bildung der Tiberterrassen ist nach den bisherigen Ausführungen zu rechnen. Da der mittlere Tiber ein Hebungsgebiet durchfließt, müßte er bei Ausschaltung aller anderen Faktoren ständig erodieren. Zur Aufschotterung könnte es nur bei Hebungsstillständen kommen. Nach den Untersuchungen von G. LÜTTIG (1958) ist an allen größeren Flüssen Italiens eine sehr ähnliche Dreiphasigkeit der Aufschotterung zu erkennen, wobei die einzelnen Phasen jeweils parallelisiert werden müssen. Bei einer tektonischen Ursache für die Terrassenbildung müßten also die Hebungs- und Stillstandsphasen in ganz Mittelitalien gleichzeitig sein, was bei einem tektonisch derartig heterogen gebauten Gebiet sehr unwahrscheinlich ist. Es müssen also noch andere Ursachen für die Terrassenbildung in Betracht gezogen werden.

In den Periglazialgebieten NW-Europas ist die kaltzeitliche Aufschotterung einer großen Anzahl von Flußterrassen und deren warmzeitliches Unterschneiden nachgewiesen. Über das pleistozäne Klima des Untersuchungsgebietes ist bisher wenig bekannt. Es steht fest, daß zumindest in den jüngsten Kaltzeiten der Apennin in seinen höchsten Teilen vergletschert war. So ist mit einer erhöhten Schutzzufuhr in die Flüsse zu rechnen, so daß in den Kaltzeiten eine Tendenz zur Aufschotterung bestand.

In den Terrassenschottern selbst sind bisher keine Fossilien oder periglaziale Strukturen wie z. B. syngenetische Eiskeile gefunden worden, die Rückschlüsse auf das Klima während der Ablagerung zulassen. Hinweise für eine kaltzeitliche Ablagerung ergeben sich aus gerölmorphometrischen Messungen. Das Verhältnis der Werte für die Zurundung (ρ , G. LÜTTIG 1956) und die Abplattung (π) weisen den Terrassen eher eine kaltfluviale Entstehung zu (Abb. 2).

Da das Arbeitsgebiet relativ nahe am Meer liegt, muß die Einwirkung der eustatischen pleistozänen Meeresspiegelschwankungen auf die Terrassenbildung in Betracht gezogen werden. Der Anstieg des Meeresspiegels vom tiefsten Stand beginnt, wenn das Optimum einer Kaltzeit überschritten ist und die Inlandeismassen anfangen abzuschmelzen. Seinen höchsten Stand erreicht er im Optimum der nachfolgenden Warmzeit. Beim Ansteigen des Meeresspiegels beginnen die Flüsse im Unterlauf aufzuschottern. Überlegungen an ausgeglichenen Flußgefällsprofilen zeigen aber, daß es dabei nur in einem relativ kurzen Abschnitt des Unterlaufs zur Aufschotterung kommt und der Mittellauf des Flusses von den Folgen des Meeresspiegelanstiegs nicht berührt wird. Beim Absinken des Meeresspiegels ergibt sich bei flach seewärts einfallendem Meeresboden, wie er in unserem Beispiel vorliegt, eine stromaufwärts fortschreitende Erosion im engeren Unterlaufsbereich.

Der Unterlauf des Tibers umfaßt den Flußabschnitt im Becken von Rom, die Tiberstrecke im Arbeitsgebiet fällt in den Bereich des Mittellaufs. Im Becken von Rom ist daher eine vorwiegend warmzeitliche Aufschotterung zu erwarten. Hier sind auch von A. C. BLANC (1955) warmzeitliche Schotter nachgewiesen worden. Im Arbeitsgebiet ist der Einfluß der eustatischen Meeresspiegelschwankungen im Vergleich mit den anderen Faktoren weitgehend zu vernachlässigen.

Aus den bisher bekannten Tatsachen und nach den durchgeführten Überlegungen ergibt sich als naheliegendste Vorstellung für die Entstehung der Terrassen am mittleren Tiber folgendes:

Im Bereich des Optimums der Kaltzeiten war die Schuttzufuhr groß genug, daß das anfallende Material vom Tiber, der durch die stetige, wenn auch geringfügige Hebung zur Erosion neigt, nicht mehr abtransportiert werden konnte, so daß es zur Aufschotterung kam. In den jeweils nachfolgenden Warmzeiten konnte sich bei geringerer Schuttzufuhr die Tendenz zur Erosion voll auswirken. Die kaltzeitlichen Schotterkörper wurden z.T. erodiert und unterschritten, z.T. mit Travertin bedeckt.

Dieses Geschehen wird durch die eustatischen Meeresspiegelschwankungen am mittleren Tiber nicht oder nur unbedeutend beeinflusst.

Wie in der Taf. 2 dargestellt ist, zeigen die drei Terrassen also drei Kaltzeiten an, die durch Warmzeiten getrennt sind. Eine Parallelisierung mit den in Mitteleuropa nachgewiesenen Kalt- und Warmzeiten ist noch verfrüht. Dazu müssen vor allem bessere Kenntnisse über die pleistozänen Klimaverhältnisse des Arbeitsgebietes und darüber hinaus des gesamten Mittelmeerraumes vorliegen, die auf palaeobotanischem und palaeozoologischem Gebiet gewonnen werden können.

Ebenso ist eine Parallelisierung mit den von A. C. BLANC in der Umgebung von Rom aufgestellten 5 Kaltzeiten mit zwischengeschalteten Warmzeiten bis jetzt nicht möglich. Bei den beschriebenen Profilen handelt es sich nur um lokal verfolgte Vorkommen, so daß das Verhalten der Schichten in ihrer horizontalen Verbreitung in diesem durch die Verzahnung von marinen und fluviatilen Sedimenten so wichtigen Gebiet noch nicht geklärt ist.

C. Literatur

- BLANC, A. C.: Avifauna arctica, crioturbazioni e testimonianze di sotiflussi nel Pleistocene medio-superiore di Roma e di Torre in Pietra. Il Periodo glaciale Nomentano, nel quadro della serie di glaziazioni riconosciute nel Lazio. - *Quaternaria* 2, 187-200, Roma 1955. - - Sur le Pleistocène de la region de Rome. - *Actes 4. Congr. intern. Quatern.* 2, 1097-1118, Roma 1956 (1956b).
- BLANC, A. C., TONGIORGI, E., & TREVISAN, L.: Le Pliocène et le Quaternaire aux alentours de Rome. - *Führer 4. Congr. Inqua, Roma - Pisa 1953*, Roma 1953.
- BLANC, A. C., COVA, G., FRANCESCHI, P., LONA, F., & SETTEPASSI, F.: Una torba glaciale, avifauna arctica e malacofauna montana nel Pleistocene medio-inferiore dell'Agro Cerite e di Roma. Il periodo glaciale Flaminio. - *Quaternaria* 2, 159-186, Roma 1955.
- BLANC, A. C., LONA, F., & SETTEPASSI, F.: Una torba ad Abies, malacofauna montana e criosedimente nel Pleistocene inferiore di Roma. Il periodo glaciale Cassio. - *Quaternaria* 2, 151-158, Roma 1955.
- LÖHNERT, E.: Zur Stratigraphie und Fazies einiger mittellitalienischer Braunkohlenvorkommen. - *Braunkohle, Wärme und Energie*, 12, 387-390, Düsseldorf 1960. - - Untersuchungen zur Fazies und Genese einiger Braunkohlen Südtaliens - S. 1-146, D 2 (Diss. T. H. Aachen) 1961.
- LONA, F.: Contributi alla storia delle vegetazione e del clima nella Val Padana. - *Analisi pollinica del giacimento villafranchiano di Lefte (Bergamo)*. - *Atti. Soc. ital. Sci. nat.*, 89, 123-178, Milano 1950.
- LONA, F., & RICCIARDI, E.: Studio pollinologico stratigrafico su un serie lacustre pleistocenica dell'Italia Centrale (Bacino di Gubbio, Perugia) (1) - *Pollen et Spores, Muséum national d'histoire naturelle*, III, No 1, 93-100, Paris 1961.
- LÜTTIG, G.: Eine neue, einfache geröllmorphometrische Methode. - *Eisz. u. Geg.* 7, 13-20, Öhringen 1956. - - Stratigraphische Bemerkungen zum nichtmarinen Quartär Mittelitaliens. - *Geol. Jb.* 76, 651-662, Hannover 1958. - - Zur Stratigraphie und Palaeogeographie des mittellitalienischen Pliopleistozäns. - *Z. deutsch. geol. Ges.* 111, 486-501, Hannover 1959.

- MERLA, G.: Il Tevere. Monografia geologica. Parte I: Geologia e permeabilità dei terreni del bacino. - Ist. poligr. d. Stato, Roma 1938.
- REMY, H.: Zur Flora und Fauna der Villafranca-Schichten von Villaroya, Prov. Logroño/Spanien. - Eisz. u. Geg. 9, 83-103, Öhringen 1958.
- SELLI, R.: La limite plio-pleistocène dans les environs d'Ancona. - C. R. 19. Sess. Congr. géol. intern. Alger 1952 (13) 15, 241-247, Alger 1954.
- VINKEN, R.: Die Geologie des Beckens von Megalopolis (Peloponnes, Griechenland). Geol. Jb., im Druck.
- WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter, Bd. 2: Europa, Vorderasien und Nordafrika im Eiszeitalter. - S. 1-438, Stuttgart (Enke) 1958.

Manusk. eingeg. 26. 3. 1962.

Anschrift des Verf.: Dr. Reiner Vinken, Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover, Wiesenstr. 1.