

## A. Aufsätze

## Zur Entstehung und Altersstellung der Travertine, limnischen Sedimente und fluviatilen Terrassen im Gebiet der Mittleren Nera und des Corno (Umbrien, Mittelitalien)

Von REINER VINKEN, Hannover

Mit 8 Abbildungen

	Seite
Zusammenfassung	
Conclusioni	
1. Einleitung . . . . .	6
2. Zur Geologie der Travertine und der limnischen und fluviatilen Ablagerungen . .	7
2.1. Überblick über die Talbodenreste der Nera und des Corno zwischen der Nera-Mündung und dem Becken von Cascia . . . . .	7
2.2. Regionale Beispiele für die Auswirkungen von Travertin-Ausfällung auf die Entstehung von limnischen und fluviatilen Ablagerungen in Engtälern . . . . .	9
2.2.1. Der Travertin von Marmore und die fluviatilen und limnischen Ablagerungen im Gebiet des Velino und des Lago di Piediluco . . . . .	9
2.2.2. Travertine, fluviatile Terrassen und Verebnungen im Gebiet zwischen Terni und Marmore . . . . .	12
2.2.3. Travertine, limnische und fluviatile Ablagerungen in der Umgebung von Triponzo	18
3. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung . . . . .	29
4. Literatur . . . . .	30

**Z u s a m m e n f a s s u n g.** Im Nera- und Cornotal östlich von Terni (Mittelitalien) wurden drei Gebiete im Maßstab 1 : 25 000 geologisch spezialkartiert. Dabei zeigte es sich u. a., daß in den Tälern abgesetzte Travertinmassen die Ausbildung von normalen Terrassenabfolgen stark störten. Hiervon ausgehend wurde die Art der Entstehung und die Altersstellung der durch Travertinausfällung bedingten fluviatilen und limnischen Sedimente an einem rezenten (Marmore-Piediluco) und zwei fossilen Beispielen (Terni-Marmore und Triponzo) näher untersucht. Im einzelnen ergab sich u. a.:

1. Bei Marmore liegen in einem einheitlichen Talsystem durch den Einfluß einer Travertinbarre gleichaltrige Sedimente fluviatiler Genese und gleicher Zusammensetzung in Höhen, die eine Differenz von 150—160 m aufweisen.
2. Etwa 50 m über dem Fluß gelegene Terrassenreste sind bei Triponzo weniger als 3000 Jahre alt und gehören mit größter Wahrscheinlichkeit in die etruskische Zeit.
3. In einem Zeitraum von ca. 6000 Jahren (7000—1000 v. Chr.) setzten sich bei Triponzo in einem durch eine Travertinbarre gestauten See 30—35 m mächtige limnische (Serie I) und 15—20 m mächtige limnisch-krenogen-fluviatile Sedimente ab (Serie II). Nach den <sup>14</sup>C-Altersbestimmungen betrug die durchschnittliche Sedimentationsgeschwindigkeit in der Serie I 0,7 cm/Jahr, in der Serie II ca. 1 cm/Jahr.
4. Als auslösendes Moment für den Beginn oder das Aussetzen der Kalkabscheidung in den talversperrenden Travertinbarren können lokale Ereignisse und Gegebenheiten wirksam sein, wie z. B. Bergrutsche oder das Erreichen des Endes eines Engtales. Überregionale Klimaänderungen scheinen von untergeordneter Bedeutung zu sein. Der Wechsel Erosion-Akkumulation-Erosion usw. in den Flußtälern ist vorwiegend durch anthropogene Einflüsse, vor allem durch Waldrodung bedingt. Im Gebiet von Triponzo bewirkte z. B. wohl die erste starke Rodungstätigkeit in der etruskischen Zeit den Umschlag von der vorwiegend limnischen Sedimentation in eine rein fluviatile und vor allem die anschließende Erosion bis auf die Basis der Unteren Terrasse. Jüngere Erosionsphasen sind in diesem Gebiet vielleicht durch die Entwaldung in römischer und mittelalterlicher Zeit hervorgerufen worden.
5. In engen Tälern der Kalksteingebiete des Mittelmeerraumes ist es nicht möglich, Terrassen- und Verebnungsreste nach ihren Höhenlagen und der gleichartigen petrographischen Zusam-

mensetzung zu parallelisieren. Bei dem Versuch, über alte Talbodenreste derartiger Täler die quartäre Sedimentfüllung intramontaner Becken mit den quartären Ablagerungen der Hauptflüsse oder mit marinen Bildungen zu verknüpfen, ist also, abgesehen von den Fehlerquellen, die durch tektonische Verstellungen gegeben sind, größte Vorsicht geboten.

**Conclusioni.** Nelle valli del Nera e del Corno ad est di Terni (Italia centrale) vennero rilevate detagliatamente 3 zone su scala 1:25 000. Fra altro si osservò che delle masse di travertino precipitate nelle valli disturbarono notevolmente la formazione di serie terrazziali normali. Partendo da questo fatto vennero esaminati più accuratamente, da un esempio recente (Marmore-Piediluco) e da due esempi fossili (Terni-Marmore, Triponzo), il modo d'origine e l'età dei sedimenti fluviali e lacustri pendenti dalla precipitazione di travertino.

1. Nel sistema di valle uniforme presso Marmore per l'influenza di una barriera di travertino si trovano dei sedimenti della stessa età, di genesi fluviale e di identica composizione a varie quote con differenze fra di loro fino a 150—160 m.
2. Vicino a Triponzo dei resti terrazziali situati circa 50 m sopra al livello del fiume hanno un'età inferiore ai 3000 anni e con molta probabilità appartengono all'epoca etrusca.
3. Nello spazio di tempo che comprende circa 6000 anni (cioè dal 7000 al 1000 a. C. circa) si sedimentarono vicino a Triponzo in un lago provocato per una barriera di travertino dei terreni lacustri della serie I dello spessore di 30 fino a 35 m e dei terreni lacustro-sorgivo-fluviali della serie II dello spessore di 15 fino a 20 m. Secondo le determinazioni d'età con il metodo al  $^{14}\text{C}$  si può calcolare la velocità media di sedimentazione di 0,7 cm all'anno nella serie I e di circa 1 cm/a nella serie II.
4. Il motivo, sia per l'inizio sia per la fine della precipitazione calcarea nelle barriere di travertino, può consistere negli avvenimenti locali, p. e. delle frane oppure il raggiungere della fine di una stretta valle.

Avranno meno importanza i cambiamenti climatici sopraregionali. I cambi erosione / accumulazione / erosione ecc. nelle valli dei fiumi, in prevalenza dipende da influssi antropogeni, soprattutto da sboscamento e dissodamento.

Nella zona di Triponzo, probabilmente nell'epoca etrusca, i primi forti sboscamenti e dissodamenti causarono sia il cambiamento dalla sedimentazione prevalentemente lacustra a quella puramente fluviale, sia la seguente erosione fino alla base della terrazza inferiore. Probabilmente per sboscamento e dissodamento in questa zona, nelle epoche romana e medioevale vennero prodotte delle fasi erosive più giovani.

5. Nelle valli strette delle zone calcaree mediterranee non è possibile fare un parallelo fra i residui terrazziali e di spianamento secondo le loro posizione altmetrica e composizione petrografica analoga. A prescindere da errori dipendenti da spostamenti tettonici, bisogna agire con la massima cautela connettendo il contenuto sedimentario quaternario di bacini intramontani con i terreni quaternari nelle valli maggiori o con dei depositi marini.

## 1. Einleitung

Im Jahre 1960 sollte im Zusammenhang mit Fragen der Braunkohlen-Prospektion versucht werden, das Alter der quartären Sedimentfüllung der intramontanen Becken von Terni, Cascia und Leonessa durch die Verknüpfung der fluviatilen Terrassen der Nera und des Corno, die diese Becken durchfließen, mit den Terrassen des Hauptflusses, des Tibers, festzulegen. Die Terrassen des Tibers wiederum lassen sich zu marinen Ablagerungen in Beziehung setzen, so daß die Hoffnung bestand, die Beckensedimente mit Hilfe der Flußterrassen in das für Mittelitalien lokal gesicherte stratigraphische System des Quartärs (LÜTTIG 1958, 1959, VINKEN 1963) einzuordnen. Während jedoch am Tiber die Probleme der Stratigraphie des Altpleistozäns und die Abfolge und Parallelisierung der Terrassenreste einer für das untersuchte Gebiet gültigen Lösung zugeführt werden konnten (VINKEN 1963), ergaben sich bei der Kartierung der Nebentäler Schwierigkeiten: In den engen Talstrecken sind die Reste von Verebnungen und Schotterkörpern seltener erhalten. Die Flüsse verlaufen über große Strecken quer zu den Hebungsachsen der Gebirge, so daß mit tektonischen Verbiegungen und Verstellungen zu rechnen ist. Darüber hinaus zeigte es sich, daß in den Tälern abgesetzte Travertinmassen die Ausbildung von normalen Terrassenabfolgen störten und die Verfolgung von gleichaltrigen Ablagerungen nach ihrer Höhenlage und ihrer petrographischen Zusammensetzung unmöglich machten. Damit war der

Versuch gescheitert, die intramontanen Becken über die Flußterrassen gewissermaßen von den jüngsten Sedimenten her mit den quartären Ablagerungen der Hauptflüsse und den marinen Ablagerungen zu verknüpfen.

Es lag nahe, die Art der Entstehung und die Altersstellung dieser durch Travertinausfällung bedingten Sedimente besonders zu studieren. Für die Untersuchungen boten sich aus einer Reihe von Möglichkeiten drei Beispiele im Einzugsbereich der Nera östlich von Terni an (Lageplan des Arbeitsgebietes s. Abb. 1 und 2): ein rezentes Beispiel für die Entstehung von Travertin und der damit verknüpften Ablagerung von limnischen und fluviatilen Sedimenten im Gebiet Marmore—Lago di Piediluco (Blatt Labro, 138 I SO, Abb. 1, 2) und zwei fossile Beispiele, eines davon östlich Terni bis östlich von Marmore (Blatt Terni, 138 IV SE; Blatt Labro, 138 I SO, Abb. 1, 4), das andere bei Triponzo südlich von Spoleto, wo der Corno in die Nera mündet (Blatt Sellino, 131 I SE; Blatt Preci, 132 IV SO; Blatt Cerreto di Spoleto, 131 II NE; Blatt Serravalle, 132 III NO, Abb. 1, 6). Die drei genannten Gebiete wurden — aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Jahre 1960 — in den Monaten September und Oktober 1965 geologisch kartiert. Anschließend wurde im gleichen Zeitraum das Becken von Cascia am Mittellauf des Corno übersichtsmäßig aufgenommen, um zu einem Vergleich mit dem von K. E. KOCH bearbeiteten Becken von Leonessa, in dem der Corno entsteht, zu kommen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden getrennt und später publiziert.

Die Kapitel 2.2.2. und 2.2.3. dieser Arbeit sind jeweils in zwei Abschnitte aufgeteilt. Im Abschnitt „Die geologischen und morphologischen Gegebenheiten“ werden die bei den Feld- und Laboruntersuchungen beobachteten Tatsachen beschrieben, im Abschnitt „Die geologische Entwicklung“ werden die Beobachtungen verknüpft und genetisch gedeutet. Eiligen Lesern, die nicht in erster Linie an der Beschreibung der Schichtenfolge und den lokalen Einzelheiten interessiert sind, ist zu empfehlen, sich jeweils nur mit dem Abschnitt „Geologische Entwicklung“ zu beschäftigen.

Die Arbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft durch eine Reisebeihilfe unterstützt, für die ich hier danken möchte. Kollegen aus der Bundesanstalt für Bodenforschung und dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Hannover, waren an der Alters- und Fossilbestimmung der Proben beteiligt. Dr. GEYH führte die <sup>14</sup>C-Datierungen durch, Dr. H. MÜLLER bearbeitete die Pollen, Dr. G. LÜTTIG die Ostracoden und Mollusken. Allen Herren danke ich sehr für ihre Hilfe und für die Anregungen, die sich aus gemeinsamen Gesprächen ergaben.

## **2. Zur Geologie der Travertine und der limnischen und fluviatilen Ablagerungen**

### **2.1. Überblick über die Talbodenreste der Nera und des Corno zwischen der Neramündung und dem Becken von Cascia**

Westlich der Hebungsachse von Narni im Unterlaufgebiet der Nera zwischen ihrer Mündung in den Tiber und Nera-Montoro sind die in die Schichten des Asti (Oberpliozän) eingeschnittenen Flußterrassen gut erhalten (VINKEN 1963). Die höchste Stufe liegt 50 bis 60 m über Flußspiegel, sie ist auf die Obere Terrasse des Tibers eingestellt und sicher mit dieser zu verknüpfen. Die weitverbreitete nächstjüngere Terrasse liegt in 20 bis 25 m Höhe und läuft am Tiber auf die Mittlere Terrasse (20 m) auf. Die Untere Terrasse des Tibers, unmittelbar südlich der Neramündung in 10 m Höhe gelegen, zieht nicht in das Neratal hinein. Im untersten Teil des Neralaufs ist eine 1—2 m tief unterschrittene Flußauweitung ausgebildet, die flußaufwärts, von winzigen Resten abgesehen, verschwindet, so daß die Nera hier in einem engen Tal verläuft, das in die Mittlere Terrasse eingetieft ist.

Im Engtal der Gebirgsstrecke zwischen Nera-Montoro und Narni sind keine Terrassenreste oder Hangschultern erhalten geblieben. Bei Stiffone steht ein kleines Travertin-

vorkommen an, dessen schrägfallende Oberfläche etwa 50 m über Fluß liegt. Der Südteil des Beckens von Terni ist mit limnischen und fluviatilen Sedimenten pliozänen und altquartären Alters gefüllt. In diese Ablagerungen eingeschnitten liegen die Schotter der höchsten Terrassenstufe 35 bis 45 m über der Aue. Als tiefere Stufe ist eine 4–8 m Terrasse ausgebildet, die die weite Talfläche einnimmt. Die sehr schmale jüngste Aue liegt 1–2 m über dem Fluß. Diese Terrassen im Südteil des Beckens von Terni lassen sich mit denen am Unterlauf der Nera westlich Montoro nicht sicher parallelisieren.

Die Verebnungen, Terrassenschotter und Travertine im Engtal östlich von Terni bis östlich des Wasserfalles von Mamore werden im Kapitel 2.2.2. im einzelnen beschrieben.

Östlich von Marmore liegen Castell di Lago, Arrone, Palombare und der Friedhof von Ferentillo (Abb. 1) auf Resten einer Verebnung, die in einer Höhe von 50 bis 60 m über dem heutigen Talboden in die gefalteten mesozoisch-tertiären Schichten und in die flachliegenden plio-pleistozänen Schotter eingeschnitten sind. Im Engtal oberhalb Ferentillo finden sich gut ausgeprägte Verebnungsreste erst wieder in der Umgebung von Maconano 40 m über der Aue, ein undeutlicher Rest liegt in 15 m Höhe. Auf den Blättern Spoleto und S. Anatolia di Narco lassen sich Reste einer Schotterterrasse in 15 bis 20 m Höhe aushalten; den Kiesen sind lokal bis 3 m mächtige, fossilführende Sande eingeschaltet. Höher als diese Terrasse sind im Südteil der Blätter quartäre Schotterreste in 40 bis 45 m Auenabstand erhalten geblieben.

Im Nordteil liegen zwischen Scheggino und S. Anatolia auf der östlichen Talseite Schotter in weiter Verbreitung und in einer Mächtigkeit von bis zu 10 m in einer Höhe von 50 und 55 m über der Aue. Die z. T. kalkver kitteten fluviatilen Kiese, die weit überwiegend aus Kalksteinen bestehen, überlagern limnische Mergel mit humosen Lagen. Die

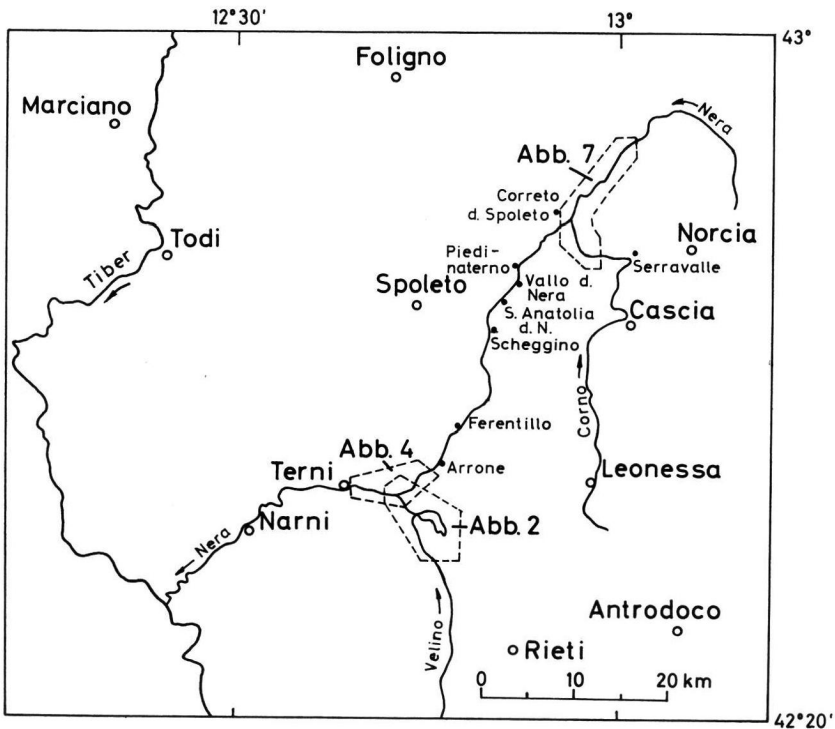


Abb. 1. Lage der untersuchten Gebiete.

Gesamtmächtigkeit der limnischen Ablagerungen wird auf 30 m geschätzt. Der Steilabfall der Terrasse zum heutigen Tal hin wird häufig von Hang-Travertin verkleidet, der aus den Wässern ausgeschieden wird, die an der Grenze zwischen den Schottern und den limnischen Mergeln austreten. Hangknicke auf der westlichen Talseite in der gleichen Höhenlage wie die Schotteroberfläche zeigen die ehemalige Verbreitung der Verebnungsfläche über die ganze Talbreite an. Über der 50-m-Terrasse sind in diesem Gebiet kleine Reste einer schotterfreien Verebnung in Höhe von etwa 150—200 m erhalten geblieben. Weiter nördlich finden sich auf Blatt Cerreto di Spoleto südlich von Piedipaterno mit Schottern bedeckte Verebnungsreste in etwa 150 m Höhe. Ein Rest eines Talbodens liegt bei Valle di Nera und l'Erimita in 50 bis 60 m Höhe.

Die komplizierten Verhältnisse in der Umgebung von Triponzo, wo der Corno in die Nera mündet, werden im einzelnen in Kapitel 2.2.3. beschrieben.

Oberhalb von Triponzo sind corno-aufwärts bis Serravalle, abgesehen von einigen Hangschultern und in 20 bis 25 m Höhe in die Luft ausstreichenden Hangschuttungen keine Anzeichen für alte Talböden vorhanden. Erst westlich von Serravalle und weiter nach Süden liegt in ca. 150 m Höhe eine Verebnung, die in das Becken von Cascia hineinzieht.

Das Becken von Cascia ist mit fluviatil geprägten (Randfazies) und limnischen Ablagerungen vorwiegend altquartären Alters gefüllt. Im oberen Teil der Folge schaltet sich ein Tuffhorizont mit Fossilien und Blattabdrücken ein, der sich im Becken von Leonessa (mündliche Mitteilung von Dr. K. E. KOCH) in der gleichen Position wiederfindet. Über die beschriebenen Sedimente greift eine Verebnung in etwa 80 bis 100 m über Flußauflage hinweg. In einem höheren Niveau ist eine weitausgedehnte, mit Rotlehm bedeckte zweite Verebnung ausgebildet, die in die gefalteten mesozoisch-tertiären Schichten in einer Höhe von ca. 150 m über Flußauflage eingeschnitten ist und sich bis westlich Serravalle verfolgen läßt.

Als Gesamtergebnis der Aufnahme der Terrassen und Verebnungsreste zwischen der Nera- und dem Becken von Cascia stellte sich heraus, daß es nicht möglich ist, die erhaltenen Reste nach ihrer Höhenlage über die gesamte Laufstrecke des Flusses zu parallelisieren und daraus den Verlauf der ehemaligen Talböden zu rekonstruieren. Einer der Hinderungsgründe für die Parallelisierung, die Travertinausfällung, wird an mehreren Beispielen in den nächsten Kapiteln erläutert.

## **2.2. Regionale Beispiele für die Auswirkungen von Travertin-Ausfällung auf die Entstehung von limnischen und fluviatilen Ablagerungen in Engtälern**

### **2.2.1. Der Travertin von Marmore und die fluviatilen und limnischen Ablagerungen im Gebiet des Velino und des Lago di Piediluco**

Östlich von Terni stürzt bei Marmore das Wasser des Velino, eines Nebenflusses der Nera, über mehrere Wasserfälle auf einer horizontalen Distanz von 150 bis 200 m mit einem Höhenunterschied von 150—160 m in die Nera (Abbildung 2 und 3). Die natürlichen Verhältnisse sind seit einigen Jahren allerdings durch den Bau eines Kraftwerkes gestört. Das Wasser des Velino wird durch Stollen abgeleitet und zur Gewinnung von elektrischer Kraft genutzt. Nur an den Wochenenden im Sommer läßt man einen größeren Teil des Wassers als Touristenattraktion unmittelbar in die Nera fallen. Bereits vor dem Kraftwerksbau war der Velino innerhalb der Ortschaft Marmore begradigt und festgelegt worden. Flußaufwärts von Marmore nimmt der Velino im Aufnahmegebiet 2 kleine namenlose Nebenflüsse auf, von denen der nördliche den Lago di Piediluco, der südliche den Lago di Ventina entwässert.

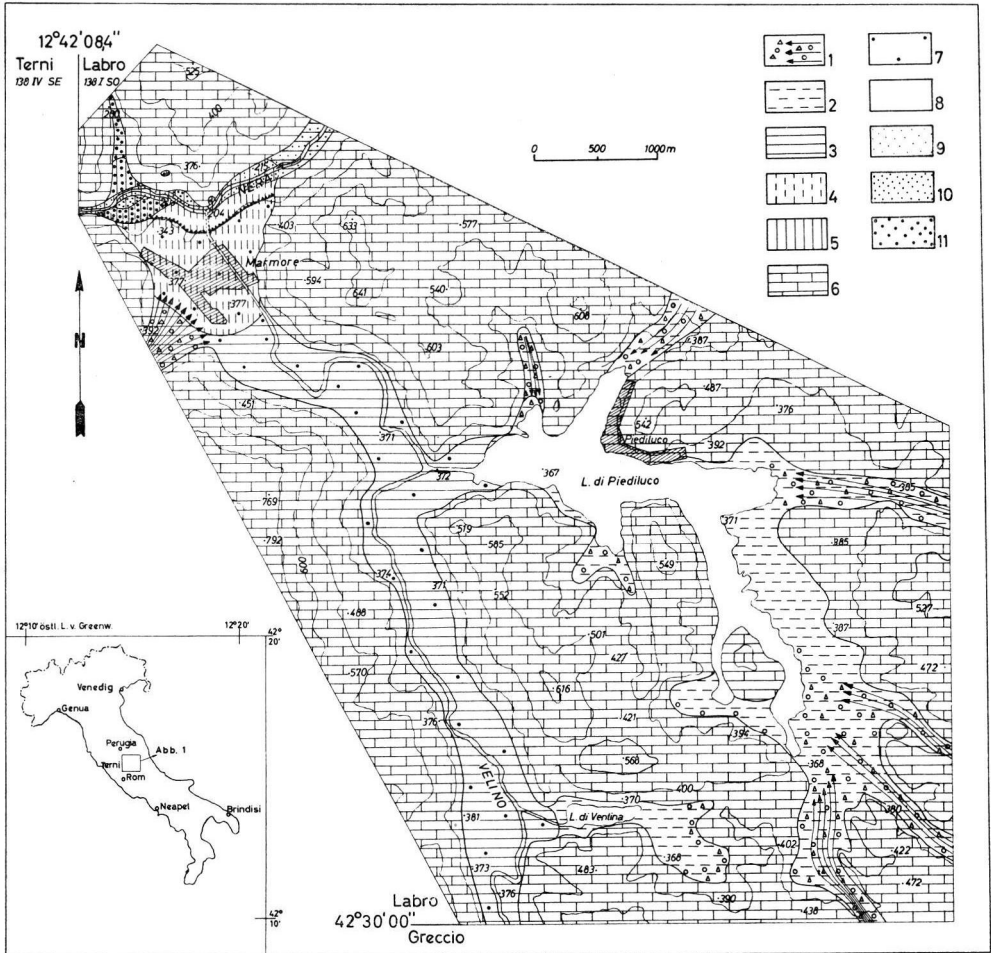


Abb. 2. Geologisch-morphologische Karte des Gebietes Marmore–Lago di Piediluco. — Petrographische Signaturen: 1 Schotter und Schutt der Seitenbäche; 2 Feinkörnige Sedimente der See-Verlandungsbereiche; 3 Fluviale Schotter, Mergel und Lehme verschiedenen Alters; 4 Jüngerer Travertin; 5 Älterer Travertin; 6 Gefaltete Kalksteine des Mesozoikums und (?) Alttertiärs. — Morphologische Signaturen: 7 Verebnungsfläche V = Talau des Velino = Verebnungsfläche von Marmore; 8 Verebnungsfläche IV = Hochflutbett der Nera; 9 Verebnungsfläche III = „Niederterrasse“ der Nera; 10 Verebnungsfläche II; 11 Verebnungsfläche I = Oberfläche des Älteren Travertins.

Die Flußau des Velino ist im allgemeinen eben; nördlich des Ausflusses des Lago di Piediluco sind jedoch Senken und Dellen zu beobachten, die auf verlassene Flußschlingen hinweisen. Der Lago di Piediluco ist ein langgestreckter Talsee, dessen Boden im westlichen Hauptteil von den Rändern her steil abfällt, während sein Boden sich im verlandenden Ostteil flach heraushebt.

Der Lago di Ventina ist der Rest eines ehemals größeren Sees, der vor allem von Osten her verlandet, dort erstreckt sich heute eine vermoorte, sumpfige Niederung.

Die Bergzüge in der Umgebung des Lago di Piediluco-Gebietes bestehen fast ausschließlich aus gefalteten mesozoischen Kalksteinen. Die ihnen entströmenden Wässer ha-

ben einen sehr hohen Kalkgehalt. Im Bereich der Wasserfälle steht Travertin an. Die Ortschaft Marmore ist ebenfalls zum größten Teil auf (und aus) Travertin gebaut. Dieser Travertin ist im allgemeinen sehr porös und kaum umkristallisiert. Häufig finden sich Linsen und unregelmäßig begrenzte Einlagen von kaum verfestigtem Kalkschluff. Außerhalb des heutigen Wasserfalles läßt sich der poröse Travertin im Westteil des Gebietes von Marmore deutlich von einem älteren Travertin (s. Kap. 2.2.2.) unterscheiden, der durch sekundäre Umkristallisation verdichtet ist und z. T. in Kugeltravertin übergeht. Nach den Aufschlüssen im Bett der Nera bildet dieser ältere Travertin die Basis des porösen, jüngeren Travertins von Marmore. Die wahrscheinlich primär unscharfe Grenze zwischen dem älteren und dem jüngeren Travertin ist aus Mangel an Aufschlüssen nicht auszukartieren.

Es ist anzunehmen, daß der jüngere Travertin (von Marmore) vom Süden her, vom heutigen Südrand des Ortes Marmore, nach Norden auf die Nera zu hoch- und vorge wachsen ist. In diesem Abschnitt vor der Befestigung des Velino-Unterlaufes durch Menschenhand überwog die Travertinausscheidung aus den kalkgesättigten Wässern des Velino die Erosion und die Zerstörung im jeweiligen Bereich des Wasserfalles. Vor der Regulierung des Velino teilte sich das Wasser des Flusses bei normaler Wasserführung an der Mündung des Velino im Travertinbereich in unzählige ober- und unterirdisch fließende Rinnsale auf. Die hin- und herpendelnden Wasserläufe an der Oberfläche erhöhten die Travertinmasse, das unterirdisch in dem porösen Travertin abfließende Wasser trat an der ganzen Breite der Steilwand zum Neratal hin aus und setzte seinen Kalkgehalt ab, so daß die Steilwand nach Norden vorwuchs. Lediglich die großen Wassermengen, die bei katastrophentypischen Regenfällen und bei der Schneeschmelze anfielen, führten zu Zerstörungen im Bereich der Wasserfälle und damit zu Erosion und zur lokalen Zurückverlegung der Steilwand. Im ganzen gesehen überwog jedoch die Akkumulation die Erosion.

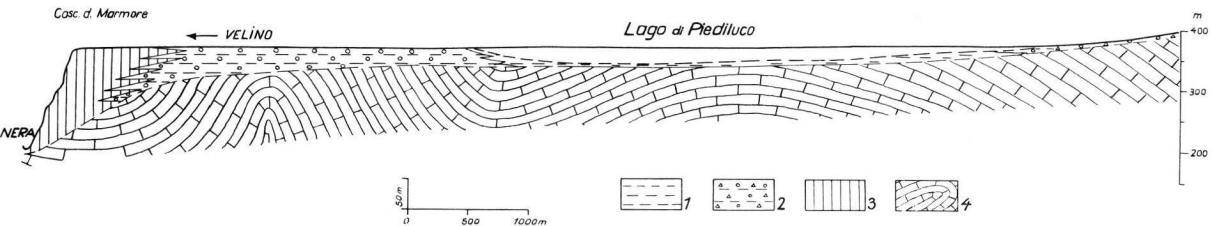


Abb. 3. Schematisches Längsprofil durch das Gebiet Marmore—Lago di Piediluco. — 1 Limnische Sedimente; 2 Schutt, Schotter, Mergel und Lehm, fluvial; 3 Travertin; 4 Gefaltete Kalksteine des Mesozoikums und (?) Alttertiärs.

In der jüngsten Zeit, seit der Velino im Unterlauf begradigt wurde und die größte Wassermenge durch einen Stollen abgeleitet wird, sind die natürlichen Verhältnisse gestört. Der Absatz von Kalksinter ist stark zurückgegangen. Bei starken Regenfällen, wenn das anfallende Wasser, das durch die Stollen nicht gefaßt werden kann, abgelassen werden muß, und bei der planmäßigen Inbetriebnahme der Wasserfälle an den Wochenenden, stürzt der Wasserfall massiert in die Tiefe und erodiert örtlich kräftig; erst in den flacheren unteren Teilen des Absturzes zur Nera hin findet wieder Kalkabscheidung statt. Lokal muß die obere Steilwand heute gegen den Angriff der Erosion künstlich geschützt werden.

Flußaufwärts geht der Travertin von Marmore am Südrand des Ortes allmählich in einen fossilreichen Kalkschluff mit Kalksandlagen über, der z. T. einer sekundären Versinterung unterworfen ist, die ihm ein dauchartiges Aussehen verleiht. Häufig gehen die knolligen Konkretionen von Wurzelröhren aus.

Weiter südlich bestehen die Sedimente des Talbodens des Velino aus Aue mergel und untergeordnet aus Auelehm, denen dünne Kieslinsen zwischengeschaltet sind. Unterhalb

des Zuflusses aus dem Lago di Piediluco ist der Velino etwa 2—4 m tief in die Aue eingeschnitten, oberhalb des Zuflusses ca. 1—2 m.

Die Ausbildung und die Mächtigkeit des basalen Teiles der Talfüllung ist mangels Aufschlüssen unbekannt. So wäre z. B. interessant zu wissen, ob im unteren Teil der Folge limnische Ablagerungen vorkommen, die das zeitweilige Vorhandensein eines Sees nachweisen würden, der im Verlauf der Akkumulation durch den Velino mit Sedimenten ausgefüllt wurde oder ob die Ablagerung der fluviatilen Sedimente mit der Aufhöhung des Travertins bei Marmore Schritt gehalten hat, so daß es nicht zur Entstehung eines offenen Sees im Velino-Tal selbst kommen konnte.

Während des größten Teiles des Jahres erodiert der Velino. Mehrmals im Jahr überfluten jedoch Hochwässer nahezu die gesamte Aue, sie lassen nach ihrem Abfließen meist feinkörnige Sedimente zurück. Diese rezenten Ablagerungen in der Velino-Aue sind naturgemäß gleichen Alters wie die rezenten Ablagerungen in der Nera-Aue, obwohl sie, bewirkt durch den Travertinriegel bei Marmore, 150—160 m über den Bildungen des Hauptflusses, der Nera, liegen. Wenn also die Travertinbarriere durchschnitten und der Velino sich in der Zukunft mit einem für Gebirgsflüsse dieser Größenordnung normalen Gefälle auf die Nera einstellen würde, läge am Velino eine 150—160-m-Nebentalterrasse vor, die das gleiche Alter hätte, wie die Aue der Nera.

Der Lago di Piediluco verdankt sein Entstehen und seinen Bestand dem Travertinriegel bei Marmore. In diesem Nebental des Velino war und ist die Sedimentationsgeschwindigkeit bisher jedoch deutlich geringer als die Aufwachsengeschwindigkeit des Travertinriegels bei Marmore, so daß ein See entstehen konnte und erhalten blieb. Heute wird der See vor allem von Südosten her zugeschottert. Die einmündenden Gebirgsbäche bringen bei jedem Unwetter große Schutt- und Lehmmassen heran und schütten sie flächenhaft in den See. Frisch aufgeschüttete, noch völlig unbewachsene Geröllfelder waren im Herbst 1965 sehr gut zu beobachten. Im Schatten der Hauptströmungsrichtung, wie z. B. am Ostufer und in den tieferen Teilen des Sees kommen feine minerogene Sedimente zum Absatz. Im Süden ist eine ehemalige Insel durch die Sedimentzufuhr von Süden bereits in eine Halbinsel umgewandelt worden (Abb. 1). Die Sedimentationsgeschwindigkeit in den einzelnen Teilen des Sees ist unbekannt; es läßt sich daher nicht abschätzen, bis zu welchem Zeitpunkt er aufgefüllt sein wird.

Der Lago di Ventina ist als kleiner Restsee von der baldigen Verlandung bedroht. Es wurden weit überwiegend feinkörnige Sedimente abgelagert, die teilweise reich an organogener Substanz sind.

### 2.2.2. Travertine, fluviatile Terrassen und Verebnungen im Gebiet zwischen Terni und Marmore

Die geologischen und morphologischen Gegebenheiten.

Ostlich von Terni tritt die Nera aus dem Gebirge in das weite, hügelige Becken von Terni ein. Im Gebirgstal ist das Tal in gefaltete mesozoische Kalksteine und in pliozäne- bis altpleistozäne Schotter, der Randfazies der jungen Sedimentfüllung des Beckens von Terni, eingeschnitten (Abb. 4). Den mehr oder weniger gut gerundeten plio-pleistozänen, z. T. kalkverkitteten Kiesen sind Linsen von Ton und Mergel eingelagert.

Der Südostrand des Beckens von Terni im Bereich des Nera-Austritts wird von einer 35 bis 40 m über Flußspiegel gelegenen Terrasse begleitet (Abb. 4). Diese Terrasse zeigt eine unterschiedliche Ausbildung. Im Gebiet westlich von Terni liegt sie z. T. als Erosionsfläche (Verebnung), z. T. auch als geringmächtiger, kalkverkitteter Schotterkörper vor. Unmittelbar westlich des Austrittes der Nera aus dem Gebirge und am südlichen Stadtrand von Terni dagegen ist sie aus sehr unregelmäßig wechsellagernden, kalkverkitteten



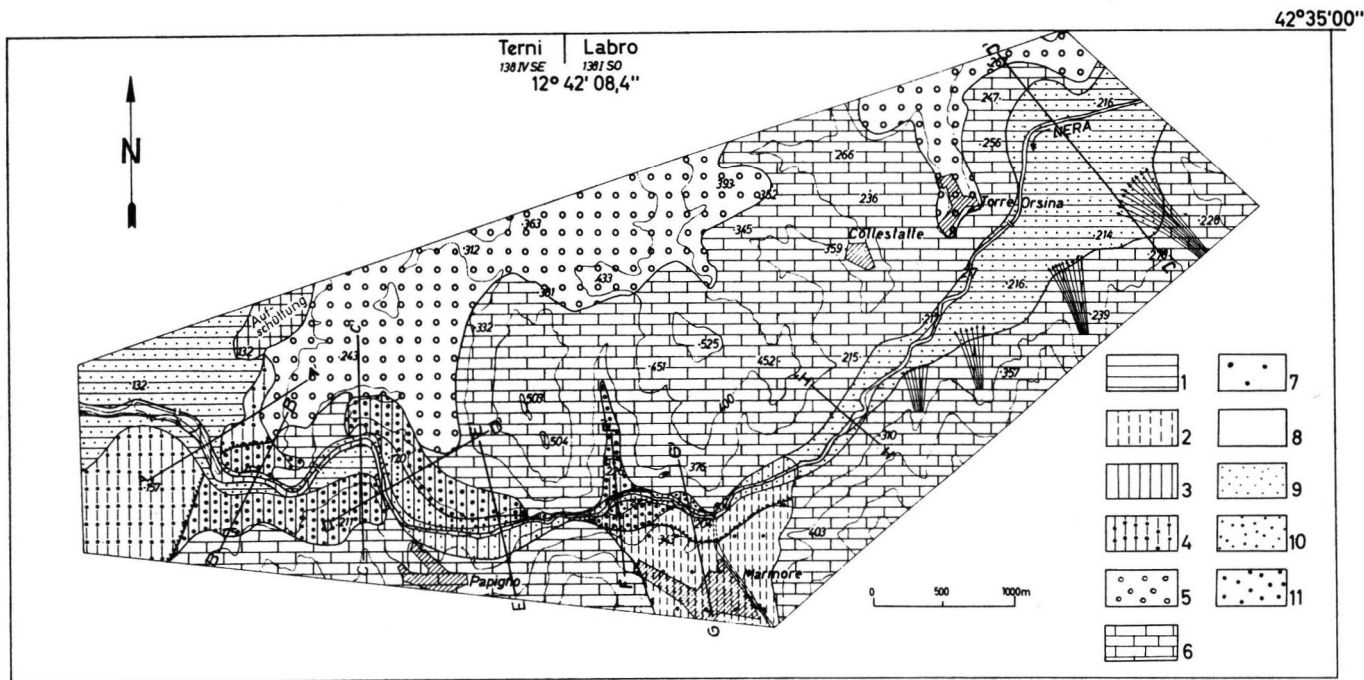


Abb. 4. Geologisch-morphologische Karte des Nera-Tales östlich von Terni. — Petrographisch-stratigraphische Signaturen: 1 Fluviale Schotter, Mergel und Lehme; 2 Jüngerer Travertin (Travertin von Marmore); 3 Älterer Travertin; 4 Ablagerungen der 40-m-Terrasse; 5 Schotter mit Lagen von Sand, Ton und Mergel, Pliozän—Altpleistozän; 6 Gefaltete Kalksteine des Mesozoikums und (?) Alttertiärs. — Morphologische Signaturen: 7 Verebnungsfläche von Marmore (V); 8 Verebnungsfläche IV = Hochflutbett der Nera; 9 Verebnungsfläche III = „Niederterrasse“; 10 Verebnungsfläche II; 11 Verebnungsfläche I = Oberfläche des Älteren Travertins.

Schotterlinsen, aus Travertinstotzen und -linsen, Mergeln und Kalkschluffen, die z. T. kreideartig verfestigt sind, zusammengesetzt.

Im Gebirgstal ist in dem ehemals breiteren Tal der Nera vorwiegend Travertin zum Absatz gekommen, der von einer Verebnung überspannt wird und in den mehrere Verebnungen eingeschnitten sind (Abb. 4, Tab. 1). Dieser Travertin im Neratal ist älter als der Travertin von Marmore und wird daher als Älterer Travertin bezeichnet. Er ist relativ stark umkristallisiert und liegt z. T. als Kugeltravertin vor. Im oberen Teil vereinzelt, im unteren Teil häufiger finden sich Linsen und Nester von Kies und Sand. Der Kies besteht zum größten Teil aus Kalksteinmaterial, es folgen in der Häufigkeit Travertingerölle, selten sind Hornstein und Sandstein. Der Sand setzt sich fast ausschließlich aus zerriebenen Travertin zusammen. Die größte Mächtigkeit beträgt am Steilhang zum heutigen Flußtal hin etwa 65 m. Die Mächtigkeit zum Außenrand des Vorkommens hin ist unbekannt, sie ist jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach geringer.

Die höchste Verebnung in diesem Gebiet, die Verebnung I, überspannt das Travertinvorkommen. Sie ist in guter Erhaltung vom Austritt der Nera aus dem Gebirge östlich von Terni bis unmittelbar westlich des Wasserfalls von Marmore zu verfolgen. An ihrem Westende liegt sie etwa 60 m über dem Fluß (Abb. 4, Tab. 1), flußaufwärts sinkt sie bis zum Gebiet westlich der Wasserfälle bis auf 35—40 m über Fluß ab. Im Westen fällt die Fläche I mit einem morphologisch sehr unruhig geformten Außenrand über 20 m auf die 35—40 m Terrasse ab. Im Osten ist sie östlich des Wasserfalls von Marmore nicht mehr nachweisbar. Nordwestlich von Marmore verzahnt sich Nebentalschutt mit dem Travertin (Abb. 4), die Oberfläche des Schutfächers und des Travertins gehen ohne Stufe ineinander über. Im Westteil des Travertinvorkommens von Marmore ist zu beobachten, wie der rezente, poröse und nur geringfügig umkristallisierte (Jüngere) Travertin im Bereich der Velino-Mündung den dichten Älteren Travertin im Neratal überlagert und umhüllt. Im Zentral- und Ostteil des Wasserfallgebietes von Marmore ist der ältere Travertin nur im Bett der Nera aufgeschlossen und bei Niedrigwasser zu beobachten.

Tabelle 1

Die Höhenlage der Oberfläche der Schotterterrassen und der Verebnungsflächen (in m über dem Fluß) an der Nera östlich von Terni (Lage der Profile s. Abb. 4)

Profile	Oberfläche des Ält. Travertins (I)	Verebnungsfläche (II)	„Niederterrasse“ der Nera (III)	Hochflutbett der Nera (IV)	Oberfläche des Jüng. Travertins (v. Marmore, V)
A—A'	—	—	OOO 5—7	3—4	—
B—B'	— 50—60	—	OOO 7—9	3—4	—
C—C'	— 50—60	—	OOO 7—10	3—4	—
D—D'	— 50—60	— 25	— 8—10	3—4	—
E—E'	— 42—45	— 22—23	— 8—13	4	—
F—F'	— 38—40	— 15—17	— 7—10	2—4	—
G—G'	—	— 15	— 8—10	(6—8)	— 150—170
H—H'	—	—	OOO 4—5	2	—
J—J'	—	—	OOO 2—3	—	—

OOO = Höhenlage von Oberflächen der fluviatilen Sedimente.

— = Höhenlage von Verebnungen, die frei von fluviatilen Sedimenten sind.

Die nächst tiefer gelegene Verebnung, die Verebnungsfläche II (Abb. 4, Tab. 1) ist bedeutend schlechter erhalten als die Fläche I. Sie ist, abgesehen von einigen kleinen Resten, vor allem nördlich von Papigno ausgebildet. Auf dieser Fläche wurden bisher keine Schotter oder Lehme gefunden, so daß anzunehmen ist, daß es sich um eine Erosionsform handelt, die in den Älteren Travertin eingeschnitten wurde. Im Becken von Terni läßt sich eine der Verebnungsfläche II entsprechende Stufe nicht nachweisen. Im Engtal der Nera liegen die Reste bis zu 15 bis 25 m über Flußspiegel. Flußaufwärts sinkt sie, soweit sich das nach den spärlichen Resten beurteilen läßt, ab und läuft oberhalb der Wasserfälle von Marmore im Becken von Torre Orsina auf die nächst tiefere Fläche auf.

Diese nächst tiefere Fläche III (oder „Niederterrasse“) ist weit verbreitet und gut ausgebildet. Sie liegt vom Gebirgsrand bis zu den Wasserfällen von Marmore etwa 7—10 m über dem Flußspiegel; oberhalb der Wasserfläche nimmt ihre Höhe bis östlich von Torre Orsina kontinuierlich bis auf 2 m über Fluß ab. Im Becken von Terni beträgt ihr Auenabstand 4—8 m. Im unteren Teil des Engtales überspannt sie einen Sedimentkörper von einigen Metern Mächtigkeit. Die Sedimente bestehen hier aus einer Wechsellagerung von Kiesen und Sanden, die reich an Travertinmaterial sind, und Mergeln. Im mittleren Teil des Engtales ist die Verebnung III als Erosionsfläche im Älteren Travertin ausgebildet. Oberhalb der Wasserfälle von Marmore treten wieder Sedimente auf; in den obersten aufgeschlossenen Metern herrschen hier fluviatile Mergel und kalkhaltige Schluffe vor Kiesen stark vor.

Die tiefste erfaßbare Fläche ist die sehr schmale Fläche IV, das „Hochflutbett“ der Nera. Sie ist eine reine Erosionsstufe und im Engtal frisch in den Älteren Travertin eingeschnitten. Ihre Oberfläche ist hier den Strukturen des Travertin entsprechend mehr unregelmäßig ausgebildet. Sie liegt in einer Höhe von ca. 2—4 m über Flußspiegel. Oberhalb der Wasserfälle ist sie in den Sedimentkörper eingeschnitten, der von der Fläche III überspannt wird; flußaufwärts wird ihr Abstand von der Fläche III ständig geringer, schließlich fällt sie mit dieser zusammen. Im Becken von Terni läßt sich als tiefstgelegene Fläche eine 1—2 m Fläche ausscheiden, die mit der Verebnung IV zu parallelisieren ist.

Betrachtet man die Gefällskurve des heutigen Flusses, so ist auffallend, daß das Gefälle der Nera innerhalb der Engtalstrecke bedeutend größer ist als im weiten Talbecken bei Torre Orsina und als im Becken von Terni.

### Geologische Entwicklung

Verknüpft man die Erkenntnisse, die sich aus den beschriebenen Ablagerungen und morphologischen Formen gewinnen lassen, mit den Ergebnissen der Untersuchungen im Bereich Marmore—Lago di Piediluco (Kap. 2.2.1.) und Tripozo (folgendes Kapitel 2.2.3.) so ergibt sich für das Neratal östlich von Terni für einen jüngeren Abschnitt des Quartärs folgende geologische Entwicklung (Abb. 5):

Nach der Ablagerung der 35—40 m Terrasse, deren Reste nur im Becken von Terni, nicht jedoch im Engtal nachgewiesen wurden, setzte Erosion ein, die, wie durch das Vorkommen des Älteren Travertins im Bett der Nera angezeigt wird, bis unter die heutige Talsohle hinabreichte (Abb. 5 a). Ob die Ursache für den Wechsel von der Akkumulation der Terrasse zur Erosion klimatischer oder tektonischer (Rand des Beckens von Terni) Natur ist, läßt sich nicht entscheiden.

Im Anschluß an diese Erosion begann die Ausfällung des Älteren Travertins. Als auslösendes Moment für die Kalkabscheidung können mehrere Faktoren in Frage kommen. Tektonische Bewegungen können zur Gefällsänderung geführt haben und damit zu kleinen Wasserfällen, in deren Bereich es bei günstigen klimatischen Bedingungen zu Kalkausfällung kam. Es läßt sich jedoch auch denken, daß als Folge einer lokalen Unwetterkatastrophe Bergsturzmassen an einer Engstelle das Tal versperrten und die Nera aufstauten.

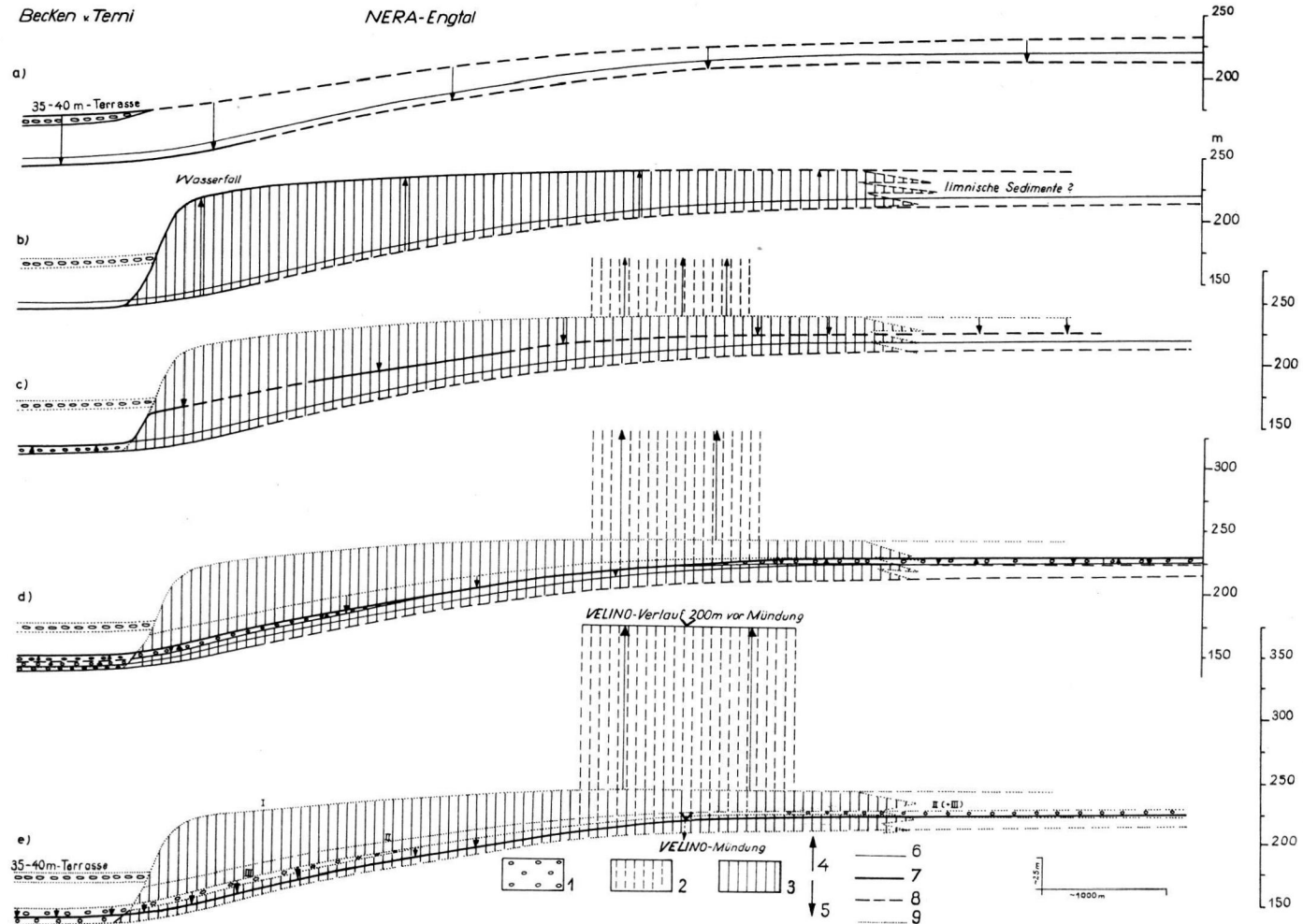


Abb. 5. Die Bildung der Travertine und Terrassen im Nera-Tal östlich von Terni. — 1 Schotter, Sand, Lehm, Mergel, fluviatil; 2 Jüngerer Travertin; 3 Älterer Travertin; 4 Sedimentation vorherrschend; 5 Erosion vorherrschend; 6 Heutiger Flußverlauf (Gefällskurve); 7 Ein Flußverlauf im dargestellten Zeitraum; 8 Im jeweilig dargestellten Zeitraum entstanden; 9 Bildung im dargestellten Zeitraum abgeschlossen, z. T. wieder in Zerstörung begriffen; I, II, III, V = Verschiedenaltige Verebnungsflächen (Verebnungsfläche IV nicht gesondert dargestellt, vgl. Abb. 4 und Tab. 1), Erläuterung der Entwicklung im Text.

Aus dem an der Barre überlaufenden kalkübersättigten Wasser wurde dann der Travertin ausgefällt. Am jeweiligen Westende der Barre fiel das Wasser der Nera z. T. als Wasserfall, z. T. in vielen einzelnen Rinnsalen bis auf die Höhe des ehemaligen Erosionsniveaus. Durch diesen Vorgang wurde die Barre flußabwärts vorgebaut und erhöht, bis schließlich die Höhe der Verebnung I (Abb. 5 b) und im Westen der Rand des Beckens von Terni erreicht war und die 35—40 m Terrasse mit einem Travertinmantel bedeckt wurde.

Es ist damit zu rechnen, daß im Travertinabscheidungsgebiet örtlich Erosion mit Travertinentstehung in Abhängigkeit von der Wasserführung abwechselte, insgesamt aber die Kalkanhäufung überwog. In den Erosionsgebieten wurde der Travertin wieder zerstört und als Gerölle zusammen mit den bei Hochwässern angelieferten Kiesen aus den pliozänen und altquartären Schichten in Linsen und Nestern wieder abgesetzt, die heute im Älteren Travertin zu beobachten sind.

Oberhalb der Travertinbarre konnte in dem Fall, daß die Sedimentzufuhr durch die Nera nur geringe Ausmaße hatte, ein Talsee entstehen. War die Sedimentzufuhr groß, dann wurde die durch die Travertinaufhöhung entstandene Sedimentfalle stets mit fluviatilen Ablagerungen aufgefüllt. Flußaufwärts vom Vorkommen des Älteren Travertins, im Talabschnitt bei Torre Orsino, sind oberhalb der Talsohle weder limnische nach fluviatile Sedimente, die altersmäßig dem Älteren Travertin entsprächen, erhalten geblieben. Reste von ihnen sind vielleicht im Liegenden der Schotter und Lehme der Stufe III zu erwarten. Das Vorkommen von Kieslinsen im Älteren Travertin andererseits ist als Hinweis auf die Auffüllung der Sedimentfalle mit fluviatilen Sedimenten zu werten, da beim Vorhandensein eines Sees das grobe Material, wie heute am Beispiel Lago di Piediluco zu beobachten ist, abgefangen worden wäre und nicht in den Ausfällungsbereich des Travertins hätte gelangen können.

Nachdem der Ältere Travertin die Höhe der Verebnung I und den Westrand des Beckens von Terni erreicht hatte, erfolgte wiederum ein Umschwung (Abb. 5 c). Der örtliche Wechsel von Erosion und Akkumulation änderte sich zu Gunsten der Erosion und die Nera schnitt sich vom Rand des Beckens von Terni her flußaufwärts bis auf die Verebnungsfläche II in den Älteren Travertin ein. Die Ursachen dieses Umschwunges sind nicht zu rekonstruieren. Man muß jedoch wohl nicht an eine größere überregionale Klimaänderung denken, wahrscheinlich genügte schon eine relativ kleine Änderung in der Wasserführung, verknüpft mit der Tatsache, daß der Travertin das Becken von Terni erreichte und die Ausfällungsbedingungen sich dadurch wesentlich änderten; denn hier fielen die von den Talseiten aus den Kalksteinen und Kalksteinschottern austretenden Wässer weg, die, wie es sich heute in Triponzo zeigen läßt, sehr zur Aufhöhung des Travertins beitrugen.

Westlich des Wasserfalles von der Fläche II in das Becken von Terni wurden im Bereich des Beckens selbst Schotter und Mergel, die reich an Travertinmaterial sind, abgelagert. Diese Sedimente waren zeitweilig im Stadtgebiet von Terni aufgeschlossen (Abb. 4).

Der Velino konnte sich in seinem Mündungsbereich nicht auf die sich einschneidende Nera einstellen, hier setzte sich die Travertinausfällung fort.

Die Verebnung II wurde durch einen relativ kurzen Stillstand der Tiefenerosion bei vorwiegender Seitenerosion der Nera geschaffen. Anschließend ging der Fluß wieder zur Tiefenerosion über. Im zentralen Teil des Engtales (Abb. 5 d) schuf er schließlich die Verebnungsfläche III, die ohne Schotterbedeckung in den älteren Travertin eingeschnitten ist. Im unteren Teil des Engtales schnitt die Nera auf die Basis der Schotter und Lehme ein, die von der Fläche III überspannt werden. Während dieser Erosionsphase verschwand der Wasserfall, der am Eintritt der Nera in das Becken von Terni gelegen und dort vom Älteren Travertin (zuletzt von der Fläche II) herabgestürzt war. Vom Becken von Terni

her griff die Aufschotterung bis auf die Höhe der Verebnung III in das untere Engtal hinein. Im Becken selbst setzte sich die Akkumulation ohne Unterbrechung fort, bis die Höhe der Verebnung III erreicht war.

Im obersten Teil des Engtales oberhalb der Wasserfälle von Marmore und in der weiten Talabene bei Torre Orsina folgte ebenfalls auf die Erosion eine Akkumulation. Im Bereich der Velino-Mündung (Wasserfall von Marmore) ging die Travertinausfällung weiter.

Nach dieser Phase der Akkumulation im oberen und unteren Teil des Engtales und der Seitenerosion im mittleren Teil des Arbeitsgebietes, die zur Herausbildung der Verebnungsfläche III führte, setzte sich die Tiefenerosion bis auf den heutigen Tag vom Becken von Terni her rückschreitend fort, ohne daß die Sohle des Älteren Travertins erreicht wäre (Abb. 5 e). Auch im Becken von Terni selbst kommt es jetzt zur Erosion. Eine Verlangsamung der Tiefenerosion und ein stärkerer Einfluß der Seitenerosion durch Hochwässer wird durch die im Engtal schmale Verebnung IV angezeigt (in Abb. 5 nicht dargestellt, s. Tab. 1), die auch im Becken von Terni als Erosionsstufe ausgebildet ist. Flußaufwärts im Talbecken von Torre Orsina kommt die jüngste Erosionsphase von der Fläche III zur Fläche IV nicht zum Ausdruck. Am Westrand dieses Gebietes läuft die Fläche IV mit abnehmendem Aueabstand in die Fläche III hinein. Wie bereits in Kapitel 2.2.1. ausgeführt wurde, dauert an der Velino-Mündung bei Marmore die Travertinauscheidung und die Auffüllung der Velino-Auefläche bis in die jüngste Zeit an.

Die Altersstellung des beschriebenen komplexen Geschehens läßt sich bei dem hier beschriebenen Beispiel Terni-Marmore nur sehr ungenau angeben, weil aussagekräftige Fossilien wie z. B. Pollen und Holzreste o. ä. für die  $^{14}\text{C}$ -Altersbestimmung im Gegensatz zum Beispiel Triponzo (Kap. 2.2.3.) nicht gefunden wurden. Bisher läßt sich nur feststellen, daß der Beginn der Entwicklung — erste Tiefenerosion und Ausfällung des Älteren Travertins — jünger ist als die 35—40 m Terrasse. Es ist nicht zu entscheiden, ob diese Terrasse im Becken von Terni mit der Oberen Terrasse (Elsa-Stufe) oder mit der Mittleren Terrasse (Ombrone-Stufe) des Tibers zu parallelisieren ist (VINKEN 1963). In beiden Fällen stünde jedoch ein relativ langer Zeitraum zur Verfügung, innerhalb dessen die einzelnen Ereignisse bisher nicht genau festgelegt werden können.

### 2.2.3. Travertine, limnische und fluviatile Ablagerungen in der Umgebung von Triponzo

Die geologischen und morphologischen Gegebenheiten.

Bei Triponzo mündet der Corno, von Südwesten aus dem Becken von Cascia herkommend, in die Nera (Abb. 6). Beide Flüsse verlaufen in Tälern, die mit jungen Sedimenten gefüllt und mit steilen Flanken in die gefalteten mesozoisch-tertiären Kalksteine eingeschnitten sind. Die jungen quartären Sedimente bilden streckenweise noch die Sohle des Tales; streckenweise haben sich die Flüsse wieder bis auf das gefaltete Kalksteingebirge eingeschnitten. Die jungen Sedimente setzen sich aus verschiedenartigen Travertinen, fluviatilen Schottern, Sanden, Mergeln und Lehmen und limnischen Ablagerungen zusammen; mehrere Verebnungsflächen und Terrassenoberflächen lassen sich aushalten.

#### Die Travertine

Im Bereich des Ortes Triponzo (Abb. 6, Tab. 3, Profil C—C') und weiter neralwärts (Profil A—A' und B—B') ist eine mächtige Travertinbarre ausgebildet, in die die Nera bei Triponzo eine tiefe, klammartige Schlucht geschnitten hat. Es handelt sich in der gesamten Mächtigkeit um einen porösen, wenig verfestigten und wenig umkristallisierten Travertin, dessen Bildung heute lokal, vor allem an den Steilwänden bei Triponzo, als Hangtravertin weitergeht. Im Gebiet des Profils A—A' und auch in Triponzo selbst

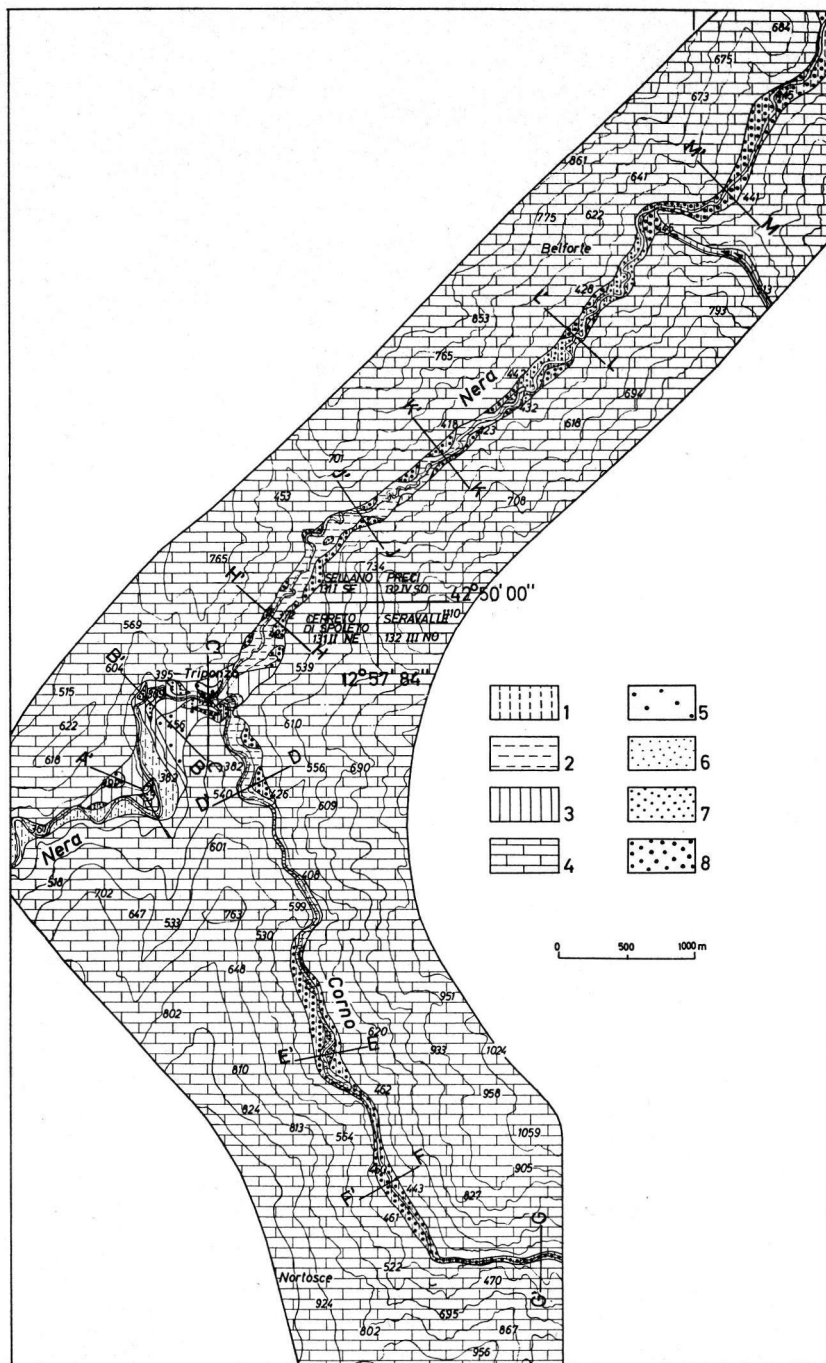


Abb. 6. Geologisch-morphologische Karte des Nera- und Corno-Tales bei Tripionzo. — Petrographische Signaturen: 1 Schotter, Sand, Mergel, Lehm, jünger als ca. 1000 v. Chr., fluvialit; 2 Linnische Sedimente vorwiegend, Serie I und II, ca. 1000—7000 v. Chr.; 3 Travertin (Jüngerer und Alterer Travertin), ca. 7000 v. Chr. bis heute; 4 Mesozoische und alttertiäre Gesteine, gefaltet, weit vorwiegend Kalkstein. — Morphologische Signaturen: 5 Verebnungsfläche IV = Oberfläche des jüngeren Travertins; 6 Verebnungsfläche III = Talaue (Hochflutbett) der Nera und des Corno im Travertin- und ehemaligen Seegebiet; 7 Verebnungsfläche II = Oberfläche der Unteren Terrasse; 8 Verebnungsfläche I = Oberfläche der Oberen Terrasse.

(Nordteil Profil C—C'), ist dem Travertin in seinen Randbereichen zum Kalksteingebirge hin ungerundeter Kalksteingrus beigemischt, der als Hangschutt während der Entstehung des Travertins in diesen hineingeraten ist. Es lassen sich weiterhin mehrmals Einlagerungen von verschiedenartigen fluviatilen Schottern beobachten, die weiter unten beschrieben werden.

#### Die limnischen und krenogen-fluviatilen Ablagerungen.

Oberhalb der Travertinbarre von Triponzo finden sich in den schmalen und tief-eingeschnittenen Tälern der Nera und des Corno bis zu 50 m mächtige limnische und krenogen-fluviatile Sedimente. Einen guten Einblick in ihren Aufbau war am Corno im Bereich des Profils D—D', in den insgesamt ca. 50 hohen Abrißnissen eines Bergsturzes zu gewinnen, der bei den Unwettern im Herbst 1965 während der Kartierzeit niedergegangen war. Die jungen Talsedimente waren hier über dem Wasserspiegel der Nera in einer Mächtigkeit von ca. 49 m aufgeschlossen (Abb. 7). Wie sich nach den Aufschlüssen in der Umgebung des Bergsturzes schätzen läßt, kommen im Nerabett unter dem Wasserspiegel noch maximal 4 m dazu, so daß die Gesamtmächtigkeit der jungen Talfüllung ca. 53 m beträgt.

Die Folge läßt sich nach petrographischen Gesichtspunkten in drei Serien unterteilen, die auch unterschiedlicher Entstehung sind (Abb. 7). Die untere, 31 bis 35 m mächtige Serie I ist limnisch und besteht vorwiegend aus grauen, fossilführenden und  $\pm$  kalkigen, tonigen Schluffen bis schluffigen Tonen, die einen wechselnd hohen humosen Anteil haben. In den untersten 4 bis 6 m dieses Abschnittes (Ia) sind Einlagerungen von Blatt- und Stengelresten noch selten. In dem darüberliegenden 15 bis 17 m mächtigen Abschnitt (Ib, Abb. 7) wechseln bis zu 10 cm dicke Lagen von Blatt- und Holzresten mit 10 bis 50 cm mächtigen feingeschichteten, z. T. humosen Bänken von kalkhaltigem pelitischem Material ab. Im oberen Teil, im Abschnitt Ic (10 bis 15 m) fehlen im allgemeinen die humosen Großreste, der Kalkgehalt nimmt zu, Kalkschluffe kommen bankweise vor. Auch der Gesamtgehalt an feinverteilter pflanzlicher Substanz geht zurück. Es finden sich nur noch einzelne eingeschwemmte Holzreste, auch Blattabdrücke, vor allem werden unter der Lupe erkennbare Ostrakoden und Schnecken häufiger.

Aus der Serie I wurden Holzreste aus zwei Lagen nach der Radiokarbonmethode auf ihr absolutes Alter untersucht (Bestimmungen Dr. M. GEYH, Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (NLFb); Lage der Proben s. Abb. 7). Die tiefste untersuchte Probe (Nr. 2) ergab ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $8240 \pm 75$  Jahre vor 1950, d. h.  $6290 \pm 175$  v. Chr. Die Pollen-(Bestimmung: Dr. H. MÜLLER, NLFb) und Ostrakodenführung (Bestimmung: Dr. G. LÜTTIG, NLFb) von einigen Proben aus diesem Abschnitt gehen aus der Abbildung 7 und der Tabelle 2 hervor.

Über der pelitreichen Serie I limnischer Entstehung folgt die unregelmäßig aufgebaute Serie II, die sich aus wirrgelagerten Linsen und Nestern von z. T. fossilreichen, humosen Mergeln, Sanden, Kiesen und breiten, flachen Stotzen von porösem Travertin zusammensetzt. Auch hier kommen eingeschwemmte Holzreste vor, die z. T. eine Länge von 1 m und einen Durchmesser von mehreren dm haben. Die Sande und Kiese bestehen fast ausschließlich aus Travertinmaterial; Kalksteine aus den gefalteten Schichten des Talrandes sind sehr selten. In einzelnen Linsen ist eine deutliche Schrägschichtung ausgebildet, die eine fluviatile Entstehung anzeigt. Die Travertinstotzen gehen z. T. ohne scharfe Grenze in schwach geschichtete Kalkschluffe über. Der große Kalkreichtum der Serie II führte zu einer sekundären Calcitisierung, die einen Teil der Bänke und Linsen hart und widerstandsfähig macht.

Im obersten Teil der Serie II ist lokal, ca. 1,5 m unter der Oberfläche, ein Erlenbruchwaldtorf eingeschaltet. Im Bereich des Profils D—D' beträgt seine Mächtigkeit bis zu 50 cm. Der Torf besteht vorwiegend aus groben Stengel- und Holzresten, die noch kaum



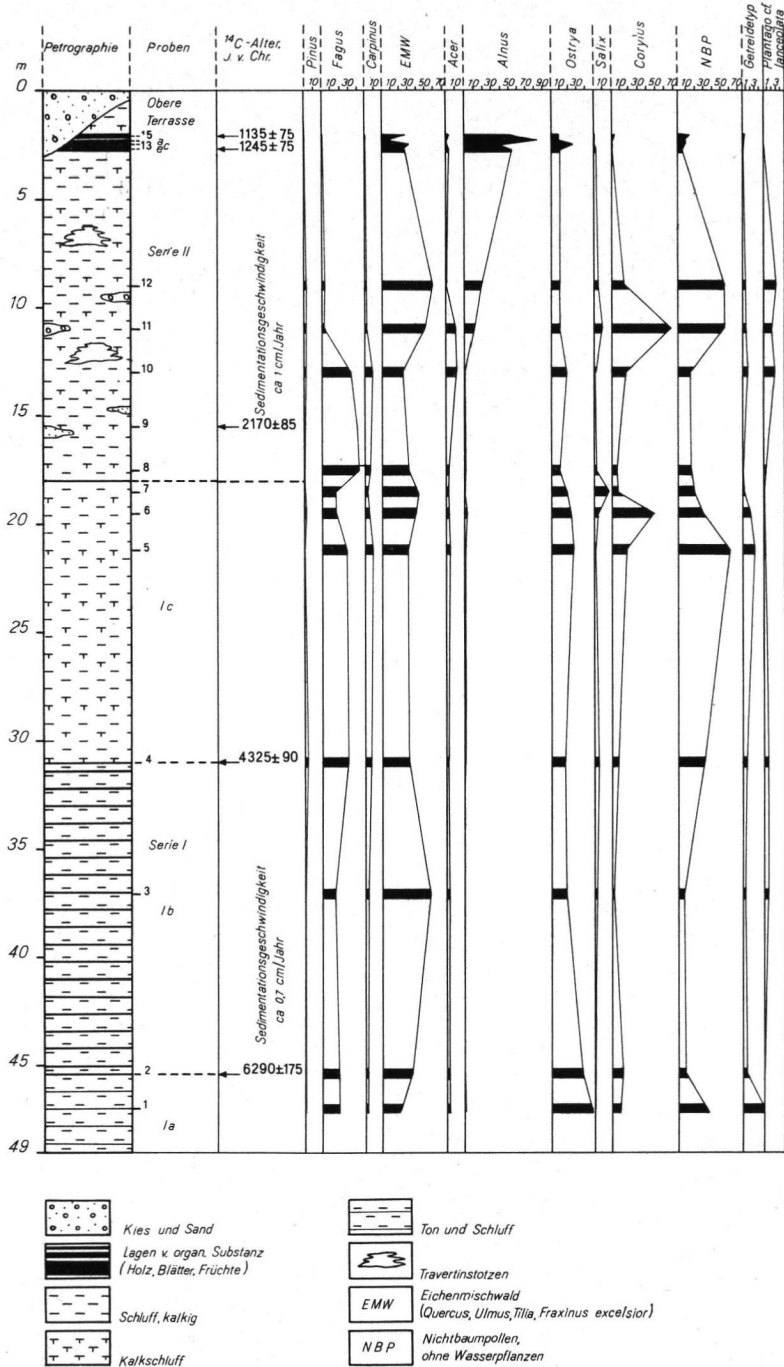


Abb. 7. Schichtenfolge, absolutes Alter und Pollenverteilung der limnischen (Serie I) und limnisch-krenogen-fluviatilen Sedimente (Serie II) bei Profilschnitt D—D' (s. Abb. 6) südlich von Triponzo.

Tabelle 2

Die Fossilführung von Proben aus den Serien I und II bei Triponzo  
(Bestimmung: G. LÜTTIG; Probenbezeichnung wie bei Abb. 9)

Probe	Serie	Fossilinhalt	Stratigr. Reichweite	angezeigter Faziesbereich
12	II	<i>Cyclocypris laevis</i> O. F. M. <i>Spirulina</i> ? sp.	Neogen — rezent	Pflanzenreiches Kleingewässer
11	II	<i>Ilyocypris gibba</i> „recta“ LÜTTIG i. litt.		(See)
8	II	<i>Ilyocypris</i> sp., Bruchstücke		
7	II—Ic	<i>Ilyocypris gibba</i> „recta“ LÜTTIG i. litt.		(See)
6	Ic	<i>Candona brisiaca antiqua</i> LÜTTIG	Holozän	Quelle, austrocknende Uferzone, Seemitte, (eingeschwemmte Landschnecken)
		<i>Darwinula stevensoni</i> (B. & R.)	Neogen — Holozän	
		<i>Cyprois marginata</i> (STR.)	Pleistozän	
		<i>Darwinula cylindrica</i> STR.	Miozän	
		<i>Ilyocypris gibba</i> „recta“ LÜTTIG i. litt.	Pleistozän	
		<i>Candona neglecta neglecta</i> SARRS	Pleistozän — Holozän	
		<i>Candona neglecta</i> ssp. juv.		
		<i>Potamocypris</i> sp. juv.		
		<i>Ancylus fluviatilis</i> M.		
<i>Carychium minimum</i> M.				
<i>Vallonia pulchella</i> (M.)				
5	Ic	<i>Ilyocypris gibba</i> „recta“ LÜTTIG i. litt.		Seemitte, Quelle
		<i>Candona brisiaca antiqua</i> LÜTTIG <i>Candona</i> sp.	Holozän	
4	Ic—Ib	<i>Ilyocypris gibba</i> „recta“ LÜTTIG i. litt.	Altpleistozän bis Jungholozän	Seemitte, austrocknende Uferzone, Quelle (selten)
		<i>Ilyocypris gibba gibba</i> (R.)		
		<i>Potamocypris fulva</i> (RR.)		
		<i>Potamocypris variegata</i> (B. & N.)		
3	Ib	<i>Ilyocypris gibba</i> „recta“ LÜTTIG i. litt.	Altpleistozän bis Jungholozän	Seemitte, austrocknende Uferzone
		<i>Potamocypris variegata</i> (B. & N.)		
		<i>Potamocypris fulva</i> (BR.)		
1	Ia	<i>Candona neglecta</i> „diktyota“ LÜTTIG i. litt. <i>Cyprois marginata</i> (STR.) <i>Potamocypris variegata</i> (B. & N.)	Altpleistozän bis Jungholozän	Seemitte, austrocknende Uferzone

verändert und umgewandelt sind. In der Mitte dieses Vorkommens wurden Knochen der Vorderextremität von mindestens zwei Exemplaren eines Cerviden (Bestimmung: Prof. Dr. O. SICKENBERG) gefunden, der an Größe mittelstarken Exemplaren des europäischen Rothirsches (*Cervus elaphus*) entspricht. Ein weiteres Vorkommen dieser Torfe war an der Straßenböschung in der Kurve der von Serravalle kommenden Straße östlich der Brücke über Nera und Corno in Triponzo aufgeschlossen.

Aus der Serie II liegen drei  $^{14}\text{C}$ -Altersbestimmungen vor (Abb. 7): Die Holzprobe Nr. 9 ergab  $4120 \pm 85$  Jahre vor 1950 =  $2170 \pm 85$  Jahre v. Chr. Zwei Bestimmungen von Holzresten aus dem Torf im obersten Teil der Serie (Probe 14, 15) erbrachten Werte von  $3195 \pm 75$  Jahre vor 1950 =  $1245 \pm 75$  Jahre v. Chr. und  $3085 \pm 75$  Jahre vor 1950 =  $1135 \pm 75$  Jahre v. Chr. Die Pollen- und Ostrakodenführung dieses Abschnittes ist ebenfalls in Abb. 7 und Tab. 2 verzeichnet.

Als höchstes und drittes Glied schließen fluviatile Schotter der Oberen Terrasse die Schichtenfolge nach oben ab. Diese Schotter werden bis zu 4 m mächtig; sie bestehen weit vorwiegend aus Kalksteingeröllen, während der Travertingeröllanteil gering ist. Sie liegen in flachen Rinnen, die in die älteren Sedimente eingeschnitten sind; so wurde z. B. das Torflager örtlich erodiert, bevor die Schotter der Oberen Terrasse zum Absatz kamen.

Die Sedimente der Serie I und II lassen sich vom Profil D—D' aus Corno-abwärts bis an die Travertinbarre bei Triponzo verfolgen (Abb. 6). Corno-aufwärts sind Ablagerungen der Serie I bis unmittelbar südlich der Engstelle bei Punkt 408 aufgeschlossen (Abb. 6); noch weiter südlich in der Talweitung finden sich nur noch Ablagerungen der Serie II, die bis auf den Corno-Spiegel hinuntergreifen. Im Bereich des Profils E—E' ergab ein massiges Holzstück aus einer Probe 1,5 m über Corno-Spiegel ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $5355 \pm 85$  Jahre vor 1950 =  $3405 \pm 85$  Jahre v. Chr. Die Mindestmächtigkeit der Serie II beträgt in diesem Bereich 4—5 m. Weiter Corno-aufwärts geht sie in fluviatile Schotter, Mergel und Lehme über; oberhalb des Punktes 462 läßt sie sich nicht mehr als selbständige Einheit nachweisen. Es ist anzunehmen, daß sie auskeilt; denn oberhalb des Profilschnittes F—F' ist die nächstjüngere fluviatile Serie, die der Oberen Terrasse entspricht, bereits so geringmächtig, daß örtlich die gefalteten Kalksteine im Cornobett anstehen.

Im Tal der Nera nordöstlich von Triponzo finden sich ebenfalls unmittelbar oberhalb der Travertinbarre schluffig-tonige,  $\pm$  kalkreiche limnische Sedimente, die den Ablagerungen der Serie I im Cornotal entsprechen. Ihre Mächtigkeit läßt sich im Bereich des Profilschnittes H—H' auf 35 bis 40 m schätzen. Wie aus der Abbildung 7 hervorgeht, lassen sich die Ablagerungen bis nordöstlich der Schnittlage K—K' bei Punkt 432 verfolgen, wobei die erhaltene Mächtigkeit geringer wird. Bereits ab Schnittlinie K—K' treten einzelne Lagen von Sanden und Kiesen auf; oberhalb von Punkt 432 geht die weit überwiegend pelitische Folge ohne scharfe Grenzen in eine Wechsellagerung von Mergeln, Lehmen und Schottern über, die sich noch bis östlich von Belforte verfolgen läßt.

Eine der Serie II des Cornotales (Abb. 7) entsprechende Schichtenfolge mit Travertinstotzen und z. T. schräggerichteten Travertinsanden und -kiesen ließ sich bisher im Neraltal nicht nachweisen. Der obere Teil der limnischen Serie I ist auch an der Nera in den oberen Teilen sehr kalkreich ausgebildet, so daß es durch Umkristallisation zu einer sekundären Calcitisierung und Verfestigung der Schichten gekommen ist.

Wie im Cornotal werden auch im Neraltal die limnischen Sedimente von fluviatilen Schottern abgedeckt, deren Lage im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

#### Die Obere Terrasse

Die Schotter der Oberen Terrasse bestehen fast ausschließlich aus Kalksteinen, die an den Talrändern anstehen; vereinzelt kommen Travertingerölle vor. Gelegentlich sind Schluff- und Sandbänke eingelagert. Die bekannte Mächtigkeit der Terrasse beträgt bis

zu 5 m. Auffällig ist der Wechsel in der Höhenlage über Flußspiegel der Oberen Terrasse sowohl im Corno- wie im Neratal. Im Cornotal liegt die Obere Terrasse unmittelbar südlich des Travertins von Triponzo und auf der Höhe des Profilschnittes D—D' ca. 50 m (Tab. 3) über Cornospiegel. Hier ist sie in flachen Rinnen in die älteren Sedimente eingeschnitten. Oberhalb der Engtalstrecke bei Punkt 408 liegt die Oberfläche der Schotter nur noch 20 m über Flußspiegel; ihr weiteres Absinken gegen den Flußspiegel Corno aufwärts läßt sich nahezu kontinuierlich weiterverfolgen (Tab. 3), bis ihre Oberfläche oberhalb der Flußkrümmung südöstlich der Profillage F—F' nur noch 1 bis 2 m über Fluß liegt und mit der heutigen Aue zusammenfällt.

Noch deutlicher läßt sich dieses Absinken der Schotteroberfläche oder der ihr entsprechenden Verebnung stromaufwärts gegen die Aue im Neratal beobachten. Unmittelbar oberhalb von Triponzo liegt auch im Neratal die Oberfläche 50 bis 55 m über Flußspiegel; sie sinkt dann auf einer Entfernung von 5 bis 6 km Tallänge, und über eine große Anzahl von z. T. zusammenhängenden Resten verfolgbar, kontinuierlich bis auf 1 bis 2 m ab und nimmt östlich von Belforte (Abb. 6, Tab. 3, Profile H—H' bis M—M') die heutige Talsohle ein und fällt mit der rezenten Aue zusammen.

Im Bereich des Travertins von Triponzo sind direkt beim Orte selbst wohl der Oberfläche der Oberen Terrasse entsprechende schmale Verebnungen und mehrere Hangschultern in 50 bis 60 m über Fluß angedeutet (Profil C—C'). Am Westende der Travertinbarre im Bereich des Profils A—A' sind 10 bis 12 m mächtige Kalksteinschotter aufgeschlossen, deren Oberfläche 45 bis 50 m über Flußspiegel liegt. Sie sind nach ihrer Höhenlage zur Oberen Terrasse zu stellen. Die Schotter werden von Travertin unter- und überlagert, wobei sich der hangende jüngere Tratertin vom Liegenden petrographisch nicht unterscheiden läßt.

Tabelle 3

Die Höhenlage der Oberfläche der Schotterterrassen und der Verebnungsflächen (in m über dem Fluß) in der Umgebung von Triponzo (Lage der Profile s. Abb. 6)

	Profile	Obere Terrasse	Untere Terrasse	Hochflutbett, Talaue	Oberfläche des jüng. Travertins
Nera	A—A'	OOO 45—50	OOO 17—18	3—4	—
	B—B'	— 55	— 15—20	2—4	— 95—105
	C—C'	— 50—55	OOO 18—20	—	— 85—90
Corno	D—D'	OOO 50	—	1—2	—
	E—E'	OOO 15—18	OOO 5—7	1—2	—
	F—F'	OOO 5—7	—	—	—
	G—G'	OOO 1—2	—	—	—
Nera	H—H'	OOO 48—55	—	2—3	—
	J—J'	OOO 25—30	—	2	—
	K—K'	OOO 22—23	—	—	—
	L—L'	OOO 12—13	OOO 3—4	—	—
	M—M'	OOO 1—3	—	—	—

OOO = Höhenlage von Oberflächen der fluviatilen Sedimente.

— = Höhenlage von Verebnungen, die frei von fluviatilen Sedimenten sind.

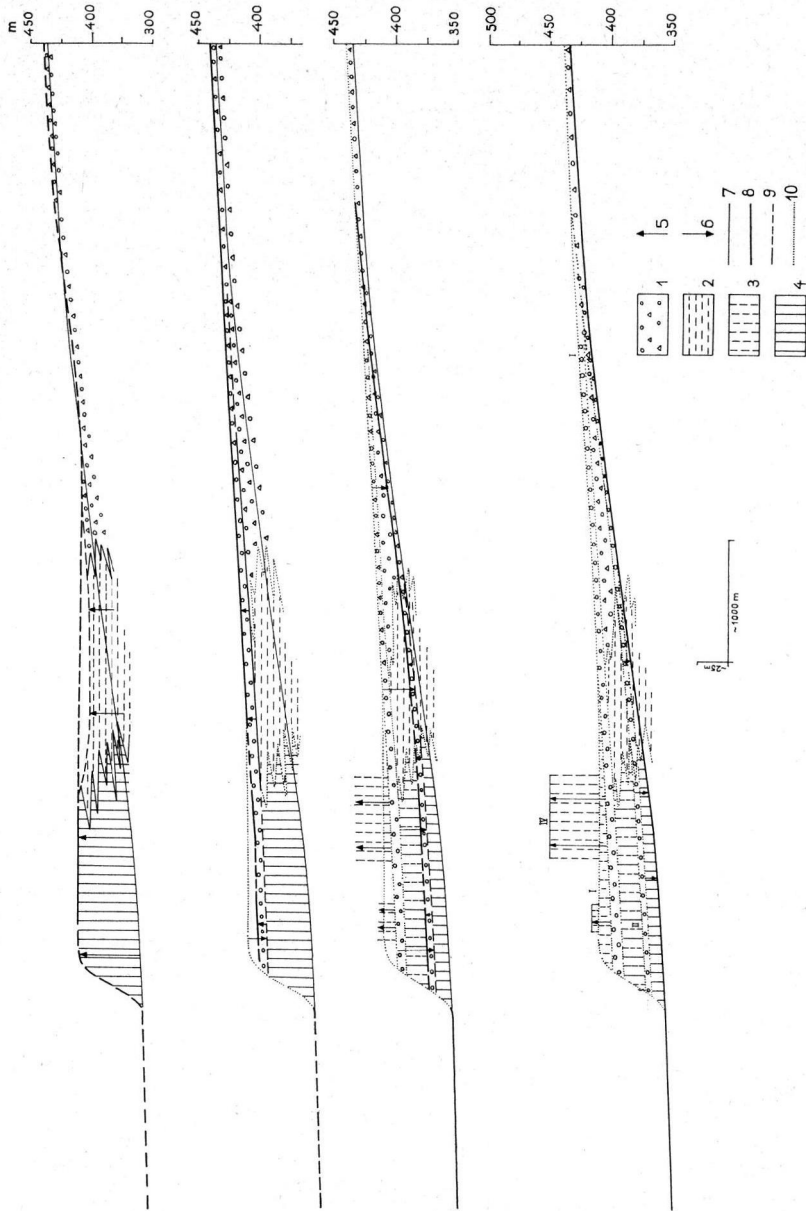


Abb. 8. Die Entwicklung der quartären Schichten im Nera- und Corno-Tal bei Triponzo. — 1 Schotter, Sand, Mergel, Lehm, fluviatil; 2 Limnische Sedimente vorwiegend, (Serie I u. II), ca. 1000—7000 v. Chr.; 3 Jüngerer Travertin, max. Alter ca. 1000 v. Chr., bis heute; 4 Älterer Travertin, älter als ca. 1000 v. Chr., bis ca. 7000 v. Chr.; 5 Sedimentation vorherrschend, 6 Erosion vorherrschend; 7 Heutiger Flußverlauf (Gefällskurve); 8 Ein Flußverlauf im dargestellten Zeitraum; 9 Im jeweilig dargestellten Zeitraum entstanden; 10 Bildung im dargestellten Zeitraum abgeschlossen, z. T. wieder in Zerstörung begriffen; I, II, IV, verschiedenaltige Verebnungsflächen (vgl. Abb. 6 und Tab. 3).

### Die Untere Terrasse

Neben der weitverbreiteten Oberen Terrasse lassen sich eine Anzahl von Resten einer Unteren Terrasse aushalten, die sich in ihrem Gefälle ähnlich wie die Obere Terrasse verhält. Wenn Kiese vorliegen, bestehen diese wie bei der Oberen Terrasse fast ausschließlich aus Kalksteinen des Talrandes; Travertingerölle sind sehr selten.

Westlich von Triponzo im Bereich des Profils A—A' (Abb. 6, Tab. 3) findet sich der Rest eines Schotterkörpers in einer Mächtigkeit von ca. 5 m. Die Kiese liegen dem gefalteten Gebirge auf und werden von mächtigem Travertin überlagert. Ihre Oberfläche liegt bei ca. 18 m über Neraspiegel. Im Bereich des Profils B—B' sind in 15 bis 20 m Höhe über Fluß deutliche Verebnungsstufen zu erkennen. Auch im Engtal unmittelbar bei Triponzo (Profil C—C') finden sich in der gleichen Höhe 3—4 m mächtige Schotter, die stark verkittet sind. Randlich greifen sie auf das gefaltete Gebirge über; an ihrer flußwärtigen Seite werden sie von Travertin unter- und überlagert. Oberhalb der Travertinbarre von Triponzo fehlen im Neratal bis nordöstlich der Profillage K—K' ähnlich hochgelegene Flächenreste. Einige Hangschultern in diesem Abschnitt lassen sich nicht eindeutig in das Terrassensystem einordnen. Oberhalb der Profillinie K—K' ist die Untere Terrasse weitverbreitet wieder gut auszuhalten, ihr Absinken von 8 m über Fluß bis auf die Flußau bei Belforte ist kontinuierlich zu verfolgen. Im Cornotal sind Reste der Unteren Terrasse in der Umgebung der Profillage E—E', von 6—7 m absinkend bis auf 3—4 m über Flußspiegel, erhalten geblieben.

Obwohl die Reste der Unteren Terrasse sehr viel weniger zahlreich sind als die der Oberen Terrasse, läßt sich in Anpassung an die Gefällskurve der Oberen Terrasse eine Gefällskurve auch für die Untere Terrasse konstruieren, die zeigt, wie die Terrassenoberfläche flußaufwärts an Höhe verliert und auf die Aue aufläuft (Abb. 8).

### Talauae oder Hochflutbett

Unterhalb der Engstelle von Triponzo ist innerhalb des Travertingebietes (bei Punkt 382) eine relativ weite Talauae ausgebildet, die 2—4 m von der Nera unterschritten ist. Die in der Aue anstehenden Sedimente bestehen aus kalkreichen Schluffen, Sanden und Kiesen. Sie wird alljährlich von den Hochwässern der Nera überflutet. Im eigentlichen Engtal selbst ist das Bett der Nera nahezu frei von Sediment, nur einzelne Sand- und Kiesbänke sind zu beobachten. Der Fluß verläuft hier über Travertin oder über gefalteten Kalkstein. Die Ufer steigen klammartig steil, z. T. über 60 m hoch, an.

Oberhalb der Travertinbarre hält sich die schmale, bei Hochwässern überflutete, 1—3 m hochgelegene Talauae der Nera und des Corno eng an die Flußläufe. Erst in dem Bereich, wo die Untere und die Obere Terrasse auf die jüngste Fläche auflaufen, gewinnt die Aue wieder die gesamte Breite des Tales.

### Die geologische Entwicklung

Aus der Beschreibung der geologischen und morphologischen Gegebenheiten läßt sich die Entwicklung des kartierten Talabschnittes ableiten (Abb. 7). Vorteilhaft im Vergleich zu dem Gebiet Terni-Marmore wirkt sich hier aus, daß durch <sup>14</sup>C-Datierungen und Pollenanalysen die Altersstellung von Teilen des Geschehens fixiert werden kann. Etwa 7000 v. Chr. wurde das Neratal in der Enge von Triponzo verriegelt, die Flüsse Nera und Corno wurden aufgestaut und es bildeten sich langgestreckte schmale Talseen, die sich mit limnischen Sedimenten füllten, mit deren Hilfe die Altersdatierung möglich ist.

Die Ursachen der Talverstopfung könnten durch einen Klimawechsel bedingt sein, der die Abscheidung von Kalksinter aus den aus den seitlichen Talhängen austretenden Wäs-

sern verstärkte, so daß es zu einer ersten Barre im Engtal kam. Die klimatische Entwicklung während des Holozäns in Mittelitalien ist jedoch noch zu unbekannt, um hier zu sicheren Schlüssen zu kommen. Naheliegender ist es jedoch, die Ursache der Versperrung mehr in lokalen Ereignissen zu suchen. So ist es z. B. denkbar, daß das Tal an einer Engstelle durch einen Erdbeben in einem bereits vorhandenen Travertin oder in den Hangschuttmassen auf dem Grundgebirge, durch Unwetter verursacht, versperrt wurde. Aufgeschlossen sind derartige Erdbebenmassen heute nicht, da der untere Teil der Steilhänge im Engtal mit einer mehrere Meter dicken Hangtravertin-Tapete bedeckt ist, die alles verhüllt. Hinweise auf einen aufgearbeiteten Bergsturz geben vielleicht die großen Hangschuttblöcke, die im Bereich des Profils A—A' beobachtet wurden. Vor dieser Sperre bildete sich ein Wasserfall, durch den die Travertinausfällung intensiviert wurde, hinter ihr entstand ein langgestreckter See. Mit dem weiteren Auf- und Vorwachsen der Barre hob sich auch der Seespiegel, der See entwässerte z. T. versickernd, z. T. als Wasserfall über die Travertinbarre. Das Seebecken wirkte als Schuttfänger für das von den Flüssen hertransportierte Material. In den oberen Teilen des Sees setzte sich das gröbere Material ab, weiter talabwärts das feinere Sediment. Von den steilen Seerändern wurde, ähnlich wie heute am See von Piediluco, kaum grobes Sediment in den See hineingeschüttet.

Im Cornotal kamen im Hauptteil des Sees zuerst die limnischen Sedimente der Serie I zum Absatz. Nach der Untersuchung der Ostrakoden durch G. LÜTTIG (Tab. 2) kommen in den Proben aus den Abschnitten Ia und Ib (Abb. 7) Formen der Seemitte und des zeitweilig austrocknenden Ufer(moor)gürtels vor. Im höheren Teil des Abschnittes Ic gesellen sich Quellformen dazu und gewinnen z. T. die Oberhand. In diesem Bereich wurden auch eingeschwemmte Landschnecken nachgewiesen. Der See wurde seichter und verlandete zeitweise; aus den von den Talrändern her zugeführten Quellwässern wurden Travertinstotzen abgesetzt. Rinnsale, die in der Schneeschmelzperiode und bei Unwettern jedoch größere Wassermengen führten, erodierten diesen Travertin z. T. wieder und hinterließen schräg geschichtete Travertinkiese und -sande, die später z. T. wieder durch Kalk verkittet wurden. Örtlich entstanden Restseen (Proben 9 und 11, Tab. 2), in denen sich noch kalkreiche Trübe ablagerte, und kleine Erlenbruchwaldmoore. Der Umschlag von der limnischen Sedimentation der Serie I zu den wechselhaften Ablagerungen der Serie II scheint im Cornotal von Süden nach Norden zu einem späteren Zeitpunkt vor sich gegangen zu sein: Im Bereich der Profillage E—E' herrschte vor ca. 3000 v. Chr. bereits der Sedimentationstyp der Serie II, während im Bereich der Profillage D—D' der Umschlag erst etwa 2000 v. Chr. erfolgte. Die Sedimentation der Serie II dauerte im Cornotal bis etwa 1000 v. Chr. an. Im Neratal hielt sich die offene Wasserfläche und damit die vorwiegend limnische Sedimentation länger.

Aus den vorliegenden <sup>14</sup>C-Altersdaten läßt sich berechnen, daß die durchschnittliche Sedimentationsgeschwindigkeit im Cornotal in der Serie I durchschnittlich 0,7 cm pro Jahr, in der Serie II durchschnittlich 1 cm pro Jahr betrug. Das Pollendiagramm (Bearbeiter H. MÜLLER, Abb. 7) zeigt an, daß die Wälder in der Umgebung des Sees vorwiegend aus Rotbuchen (*Fagus*), Eichen (*Quercus*) und Hopfenbuchen (*Ostrya*) bestanden haben. In der in Abb. 7 als Eichenmischwald zusammengefaßten Gruppe überwiegt fast immer die Eiche sehr stark, lediglich in Probe 7 übertrifft der Eschenanteil (*Fraxinus excelsior*, 23 %) den der Eiche (20 %). Neben den o. g. Pollen sind in den meisten Proben auch Hainbuche (*Carpinus*), Ahorn (*Acer*), Kiefer (*Pinus*) und Ulme (*Ulmus*) regelmäßig vorhanden. Fichte (*Picea*) und Birke (*Betula*) fehlen dagegen weitgehend, Zypresse (*Cupressus*), Tanne (*Abies*), Kastanie (*Castanea*) und vielleicht auch Walnuß (*Juglans*) anscheinend völlig in der Umgebung der Probenentnahmestelle. Erle (*Alnus*) kommt stark überwiegend in dem Erlenbruchwaldturf im obersten Teil der Serie II vor. Hinweise auf die Tätigkeit prähistorischer Ackerbau- und Viehzuchtkulturen sind durch das Vorkommen von Siedlungsanzeigern wie Pollen von Spitzwegerich (*Plantago cf. lanceolata*), aber

auch von Meldengewächsen (Chenopodiaceen), Beifuß (*Artemisia*) und Gräserpollen vom „Getreidetyp“ gegeben.

Der etwa mit einem „Getreidetyp“-Gipfel zusammenfallende Rückgang der Rotbuche und der Hainbuche und der Anstieg der Haselkurve (*Corylus*), gefolgt von einem Gipfel der Eschenkurve und dem anschließenden Wiederanstieg der Buchenpollenkurve im unteren Teil der Serie II (Proben 5—8), ist wohl als durch menschliche Rodungstätigkeit im Spätneolithikum bis in die frühe Eisenzeit (bis etwa Villanova) bedingte Entwaldungsphase und anschließende Sekundärwaldsukzession zu deuten, was vermutlich auch für den jüngeren Haselgipfel im höheren Teil der Serie II (Proben 11 bis 12) zutrifft. Es ist jedoch festzuhalten, daß auf Grund der nur mäßig hohen Pollenwerte der niederen Pflanzen auch die obersten untersuchten Proben der Serie II (<sup>14</sup>C-Alter ca. 1200 v. Chr.) noch älter sind als die erste starke menschlich bedingte Entwaldung, die wahrscheinlich in etruskischer Zeit stattfand. Diese aus der Pollenanalyse gewonnenen Vorstellungen stimmen sehr gut mit den <sup>14</sup>C-Altersdatierungen überein, die für die höchste Probe der Serie II, 1,5 m unter Oberkante der Talsedimente, ein Alter von ca. 1200 v. Chr. angibt, d. h., daß also die Sedimentation der Serie II etwa um 1000 v. Chr. beendet war.

Historiker (s. z. B. M. PALLOTINO, 1965) nehmen an, daß die Etrusker etwa ab 800 v. Chr. als abgrenzbare Volksgruppe auftreten. Obwohl das Untersuchungsgebiet nicht dem geschlossenen Siedlungsgebiet der Etrusker angehörte, hat es doch als stark etruskisch beeinflusstes unmittelbares Randgebiet zu gelten, aus dem Holz für den Schiffbau und vor allem für den Bergbau und die Erzverhüttung (im Gebiet der Tolfa-Berge im Südtel des etruskischen Siedlungsgebietes) auf dem Wasserwege ausgeführt wurde.

Es ist naheliegend, die erste starke Entwaldung in etruskischer Zeit für den Umschlag von der limnischen Sedimentation im Neratal und der wechselnd krenogen-limnisch-fluviatilen Sedimentation im Cornotal (Serie II) in die rein fluviatile Sedimentation der Schotter der Oberen Terrasse, die, wie oben beschrieben, später als 1000 v. Chr. erfolgte, und vor allem für die anschließende Erosion bis auf die Höhe der Basis der Unteren Terrasse verantwortlich zu machen. Diese erste stärkere Entwaldung bedingte sicherlich eine größere Veränderung des Lokalklimas und der Wasserführung der Flüsse. Sie beeinflusste wesentlich die Menge des von der Erosion den Flüssen zur Verfügung gestellten Materials. Der Umschlag von der Sedimentation zur Erosion ist wohl nicht durch das Aussetzen der Travertinabscheidung bedingt, die auf eine überregionale Klimaveränderung zurückzuführen wäre; denn es läßt sich nachweisen, daß die Kalkausfällung abseits der Gebiete, die von der Erosion berührt wurden, weiterging, wie die jeweils jüngeren Travertine auf den Schottern der Oberen und der Unteren Terrasse anzeigen, und wie heute Erosion und Kalkausfällung unmittelbar nebeneinander stattfinden.

Der durch die Ablagerung der Unteren Terrasse vor allem im Engtal (bei Triponzo) nachgewiesene Wechsel von Erosion (bis auf die Basis der Unteren Terrasse) — Akkumulation (Schotterkörper der Unteren Terrasse) — Erosion (bis auf die heutige Erosionsbasis oder bis auf die Basis der Talaue), die dann lokal wieder von einer Akkumulation abgelöst wurde (Talaue-Sedimente) läßt sich vielleicht ebenfalls durch jüngere intensive Waldrodungsperioden in römischer Zeit und im Mittelalter erklären. Derartige römische und mittelalterliche Erosions- und Akkumulationsphasen sind auch auf Sizilien und im la Crescenza-Tal, 10 km nördlich von Rom, bekannt geworden (JUDSON, 1963).

Heute geht im Untersuchungsgebiet während des größten Teiles des Jahres eine rückschreitende Erosion vor sich. Bei Hochwässern werden in den Talauen vorwiegend feinkörnige Sedimente abgesetzt, lokal werden die Talauen auch durch bei Unwettern abgehende Hangschuttmassen erhöht. Die Gefällskurven der Nera und des Corno sind innerhalb des Travertinvorkommens und des ehemaligen Seebereiches deutlich steiler als ober- und unterhalb dieser untersuchten Gebiete.



### 3. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung

Wie sich im Velino- und Neratal bei Marmore zeigen läßt, können in einem einheitlichen Talsystem durch den Einfluß von Travertinbarren gleichaltrige Sedimente fluviatiler Genese und gleicher Zusammensetzung in Höhen abgelagert werden, die eine Differenz von 150 bis 160 m aufweisen. Nach der evtl. vollständigen Ausräumung von Travertinbarren durch jüngere Erosion können heute im Mittelmeergebiet Terrassenreste erhalten bleiben, die trotz eines derartig großen Höhenunterschiedes der Lagen ihrer Oberfläche gleichaltrig sind.

Etwa 50 m über Fluß gelegene, gut verfolgbare Terrassenreste bei Triponzo sind weniger als 3000 Jahre alt und gehören mit größter Wahrscheinlichkeit in die etruskische Zeit. Die Terrassenoberfläche dieser Oberen Terrasse verliert von der Travertinbarre flußaufwärts an Höhe, sie nähert sich der rezenten Aue und fällt nach 5 bis 8 km mit ihr zusammen. Eine jüngere Untere Terrasse liegt bei der Travertinbarre ca. 20 m hoch und läuft ebenfalls flußaufwärts auf die rezente Aue auf.

In einem Zeitraum von ca. 6000 Jahren (7000—1000 v. Chr.) setzten sich bei Triponzo in einem durch eine Travertinbarre gestauten See 30 bis 35 m mächtige limnische (Serie I) und 15 bis 20 m mächtige limnisch-krenogen-fluviatile Sedimente (Serie II) ab. Die durchschnittliche Sedimentationsgeschwindigkeit in der Serie I betrug 0,7 cm pro Jahr, in der Serie II etwa 1 cm pro Jahr.

Die bisher durch die Pollenuntersuchung gewonnenen Ergebnisse zeigen u. a., daß während der Ablagerung der limnischen Sedimente bei Triponzo vor der etruskischen Zeit bereits in der Umgebung des Untersuchungsgebietes prähistorische (neolithische bis früh-eisenzeitliche) Ackerbau- und Viehzuchtkulturen vorhanden waren.

Am gut aufgeschlossenen Profil der vorwiegend limnischen, pollen- und großrestreichen Sedimente südlich von Triponzo (s. Abb. 7) besteht die Möglichkeit, im Anschluß an die hier vorgelegte Übersicht einen detaillierten paläobotanischen Einblick in die z. T. anthropogen beeinflusste Florentwicklung des von ca. 7000 bis 1000 v. Chr. reichenden Abschnittes des Holozäns zu gewinnen und ein Standardprofil für den gebirgigen Teil Mittelitaliens aufzustellen.

Als auslösendes Moment für den Beginn oder das Aussetzen der Kalkabscheidung in den talversperrenden Travertinbarren können lokale Ereignisse und Gegebenheiten wirksam sein, wie z. B. Bergrutsche oder das Erreichen des Endes eines Engtales. Überregionale Klimaänderungen scheinen, zumindest bei dem jungen Travertin von Triponzo, von untergeordneter Bedeutung zu sein oder das Geschehen lediglich zu beschleunigen oder zu verlangsamen. Der Wechsel Erosion—Akkumulation—Erosion usw. in den Flußtälern ist vorwiegend durch anthropogene Einflüsse, vor allem durch Waldrodung, bedingt. Auch hier scheinen überregionale Klimaänderungen nur einen unwesentlichen Einfluß gehabt zu haben. Im Gebiet von Triponzo bewirkte z. B. wohl die erste starke menschliche Rodungstätigkeit in der etruskischen Zeit den Umschlag von der vorwiegend limnischen Sedimentation in eine rein fluviatile und vor allem die anschließende Erosion bis auf die Basis der tiefergelegenen Unteren Terrasse. Jüngere Erosionsphasen sind in diesem Gebiet vielleicht durch die Entwaldung in römischer und mittelalterlicher Zeit hervorgerufen worden.

In engen Tälern der Kalksteingebiete des Mittelmeerraumes, die durch Travertinbarren zeitweise versperrt werden können, ist es nicht möglich, Terrassen- und Verebnungsreste nach ihren Höhenlagen und der gleichartigen petrographischen Zusammensetzung zu korrelieren. Bei dem Versuch, über alte Talbodenreste derartiger Täler die quartäre Sedimentfüllung intramontaner Becken mit den quartären Ablagerungen der Hauptflüsse oder mit marinen Bildungen zu verknüpfen, um sie auf diesem Wege in das stratigraphische Schema des Quartärs einzustufen, ist also, abgesehen von den Fehlerquellen, die durch tektonische und epirogenetische Einwirkungen gegeben sind, Vorsicht geboten.

#### 4. Literatur

- BERTOLDI, R.: L'oscillazione di Bölling riscontrata in un deposito lacustre tardo-glaciale della Valle Padana per mezzo di studi pollinologici e datazione con il metodo del carbonio radioattivo. *Studi Trentini Sci. Nat.*, B, **42**, 2, 193-201, Trento 1965.
- DEVOTO, G.: Lacustrine Pleistocene in the Lower Liri Valley (Southern Latium). *Geologica Romana* **4**, 291-368, Roma 1965.
- JUDSON, S.: Erosion and Deposition of Italian Stream Valleys During Historic Times. *Science* **140**, 898-899, Washington D. C., 1963.
- LONA, F.: I Depositi lacustri Euganei: Archivio Palaeontologico del tardo glaciale e del periodo postglaciale. *Ist. Studi Adriatici, Mem. Biogeogr. Adriat.* **5**, 3-11, Venezia 1957. - - Studio pollinologico del deposito lacustre di Fimon (Vicenza). *Ist. Studi Adriatici, Mem. Biogeogr. Adriat.* **5**, 13-17, Venezia 1960.
- LONA, F. & RICCIARDI, E.: Reperti pollinologici nei depositi pleistocenici del bacino lacustre del Mercure (Italia meridionale, regione Lucano-Calabra). *Pollen et Spores* **3**, 85-92, Paris 1961.
- LÜTTIG, G.: Stratigraphische Bemerkungen zum nichtmarinen Quartär Mittelitaliens. *Geol. Jb.* **76**, 651-662, Hannover 1958. - - Die nichtmarinen „neogenen“ Becken im Mittelmeerraum und ihre Bedeutung für die Stratigraphie. *Int. Union Geol. Sci., Comm. Strat., Comitee Mediterr. Neog. Stratigr., Proceed. 3<sup>rd</sup> Sess. Berne*, 148-157, Leiden 1966.
- PALLOTINO, M.: Die Etrusker. *Fischer-Bücherei des Wissens* **604**, 292 S., Frankfurt a. M. 1965.
- VINKEN, R.: Über das Altpleistozän und die Flußterrassen im Gebiet des mittleren Tibers. *Eiszeit-alt. u. Gegenw.* **14**, 35-52, Öhringen 1963.
- Anschrift des Verf.: Dr. Reiner Vinken, Niedersächs. Landesamt f. Bodenforschung, 3 Hannover-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus.