

## DER TRAVERTINKOMPLEX VON ANTALYA, SÜDWESTTÜRKEI

von

Dieter BURGER<sup>1</sup>

(4 Abbildungen)

**ZUSAMMENFASSUNG.**- Im Travertinkomplex von Antalya haben sich nachweislich 9 Verebnungsniveaus zwischen heute 300 m NN und - 55 m NN erhalten. Die Niveaus unter 180 m NN sind nicht nur im Travertin ausgebildet, sondern greifen auf andere kalkhaltige Sedimente über. In höhere Niveaus greifende Buchten und Sacktäler des  $\pm 0$  m Niveaus zeigen als Entstehungsmechanismus der Verebnungen Kalkkorrosion im meeresspiegelangepassten Grundwasserniveau an. Die Verebnungsniveaus müssen demnach als Karstrandebenen bezeichnet werden, die im Niveau des jeweiligen Meeresspiegels entstanden sind.

### RESUME.- Le complexe de Travertin d'Antalya, sud-ouest de la Turquie.

Neuf niveaux de surfaces d'aplanissement, qui se trouvent aujourd'hui entre 300 m d'altitude et 55 m au-dessous de la mer, se sont conservés dans la région d'Antalya, comme on peut en apporter en preuve. Les niveaux qui se trouvent au-dessous du niveau de 180 m ne sont pas seulement développés dans le travertin, mais aussi dans d'autres sédiments calcaires. Des rentrants et des reculées du niveau de  $\pm 0$  m, qui entament des niveaux plus élevés montrent, comme mécanisme de genèse des surfaces d'aplanissement, la corrosion du calcaire au niveau de la mer. Par conséquent, les niveaux d'aplanissement doivent être désignés comme "Karstrandebenen", qui se sont formés aux niveaux respectifs de la mer.

### ABSTRACT.- The Travertine complex of Antalya, South-West Turkey.

In the travertine area of Antalya we can separate 9 different levels between 300 m above and 55 m below today sea level. Below 180 m, levels are not only developed in travertine but also in other calcareous sediments. In the  $\pm 0$  m level, embayments and recesses, encroaching on higher levels, demonstrate the corrosive activity in the ground-water horizon related to the sea level. Therefore these levels are to be considered as "Karstrandebene".

### 1.- EINLEITUNG

Die Studien über den Travertinkomplex von Antalya wurden hauptsächlich aus zwei Gründen im Sommer 1982 und 1983 durchgeführt :

1. um anhand einer detaillierten morphologischen Kartierung Aussagen über die morphodynamischen Prozesse, die für die Entstehung und für die Überformung des Travertinkomplexes verantwortlich waren, zu gewinnen.

2. Um über umfangreiche Laboranalysen quartäre bis rezente Verwitterung auf Kalkgestein im Mittelmeergebiet zu quantifizieren.

Dieser Bericht befasst sich ausschliesslich mit den unter Punkt 1 genannten Prozessen, die den Aufbau und die spätere Überformung des Travertinkomplexes betreffen. Er stützt sich dabei weitgehend auf die Geländearbeiten. Finanziell unterstützt wurden die Geländearbeiten durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, wofür ich mich nochmals recht herzlich bedanke. Mein Dank gilt in gleicher Weise den türkischen Freunden des MTA in Ankara, wobei

mir erlaubt sei Herrn Ibrahim Cakmak und Herrn Dr. Nuri Güldali namentlich zu erwähnen, die mich äusserst wohlwollend unterstützten.

### 2.- KURZBESCHREIBUNG DES TRAVERTINKOMPLEXES

Im Südwesten der Türkei hat sich im Taurusbogen westlich von Antalya das Poljesystem von Kestel entwickelt. Dieses System entwässert in seiner Gesamtheit karsthydrographisch durch die Taurusketten nach Osten in die Bucht von Antalya (Güldali, 1970). Nach dem Wasseraustritt an der Kirkgöz-Quellgruppe, mit einer Schüttung von min. 8.000 - max. 23.000 l/sec und einem Gehalt von 8 me/l  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$  (DSI, 1977, Tab. 5 u. Taf. 16), fällt der gelöste Kalk aus. Auf diese Weise wurde vor den Taurusketten ein Travertinkomplex von 20 x 30 km Fläche mit einer erbohrten maxi-

<sup>1</sup> Geographisches Institut der Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, D - 5000 Köln 41.

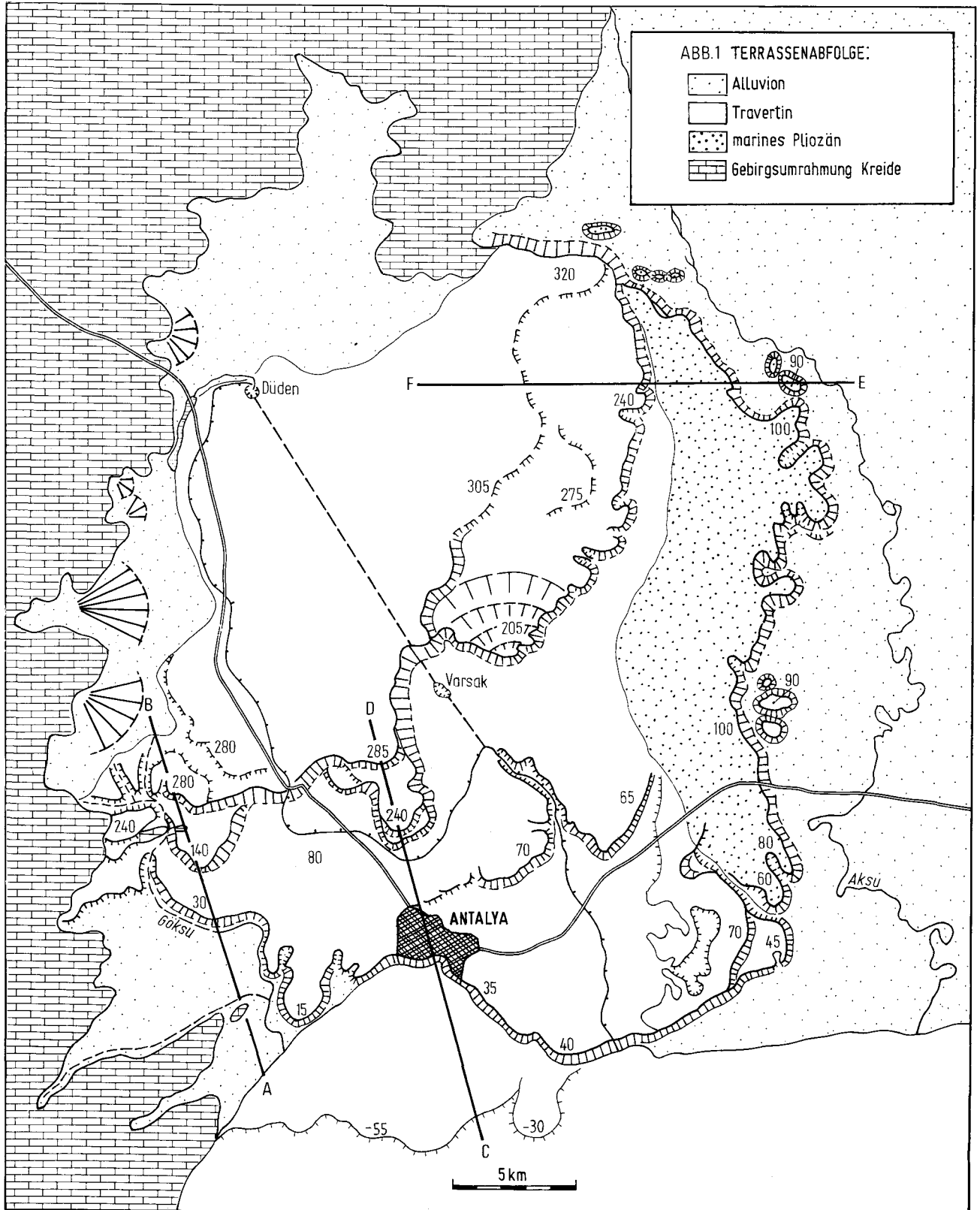


Abb. 1. Abfolge der Verebnungen im Travertinkomplex.

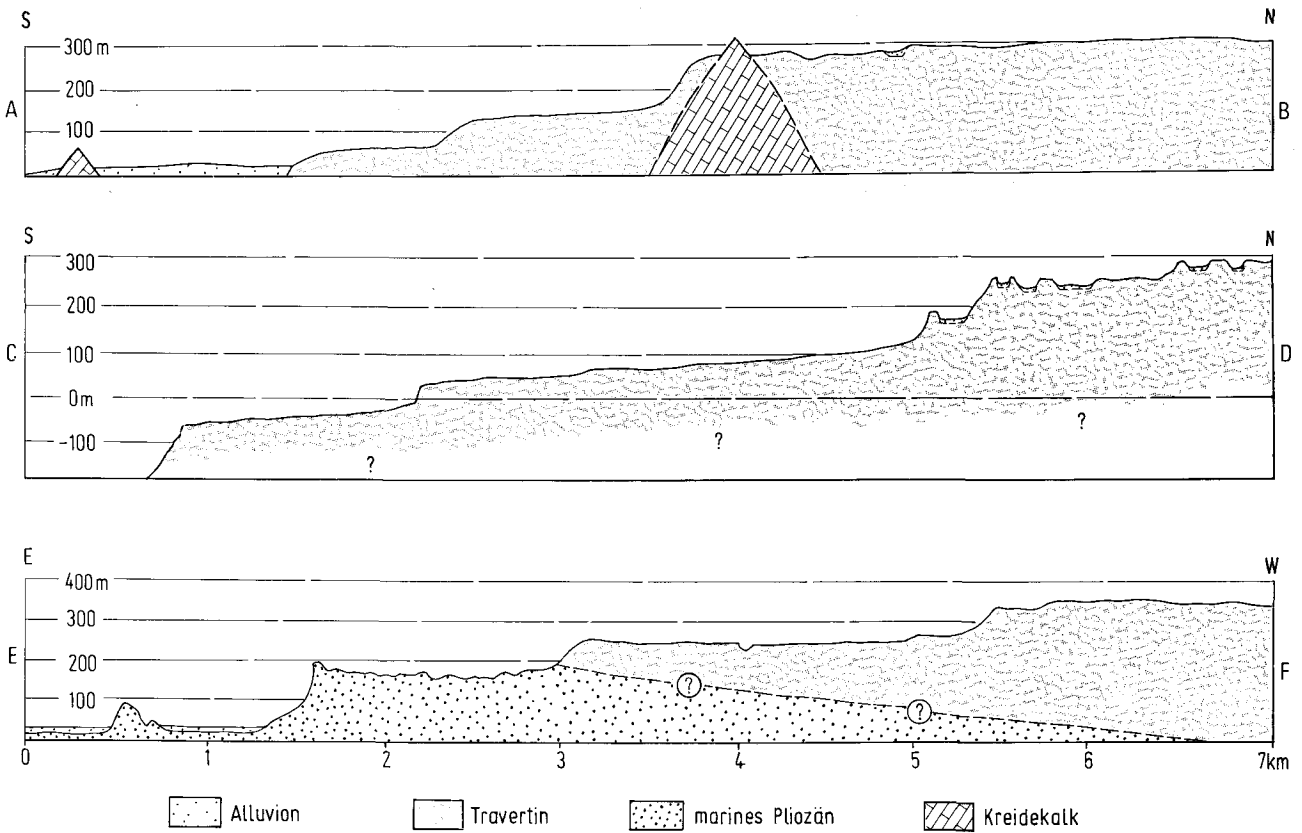
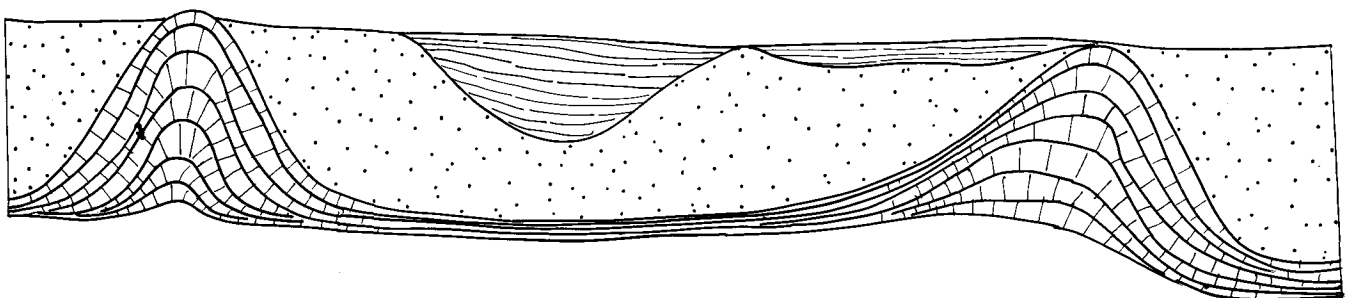


Abb. 2. Querprofile



Schematischer Aufbau alter Travertinbecken

- Beckenwände an hoch gewachsenen Kaskaden fester Travertin
- Beckenfüllung, locker-sandiger Travertin
- Erosionsrinne mit Terra rossa verfüllt

Abb. 3. Schematischer Aufbau alter Travertinbecken

malen Mächtigkeit von 275 m (DSI, 1977, Tab. 13/B) gebildet (Abb. 1). Die Auflagerung auf pliozänen Konglomeraten und Sanden erlaubt eine zeitliche Einordnung bis ins Ältestquartär (Abb. 2, Profil E - F). Die Travertinbildung hält bis heute, besonders an Turbulenzen in Wasserfällen und darin wachsenden Algenrasen und Moostepichen an.

### 3.- GROSSBECKEN ALS DOMINIERENDE AUFBAUFORM

Grosse Travertinbecken geben Aufschluss über den Aufbau des Komplexes. In alle Richtungen überlaufende Wässer haben durch sukzessiven Aufbau von umrahmenden Travertinmauern diese Becken geschaffen. Dies

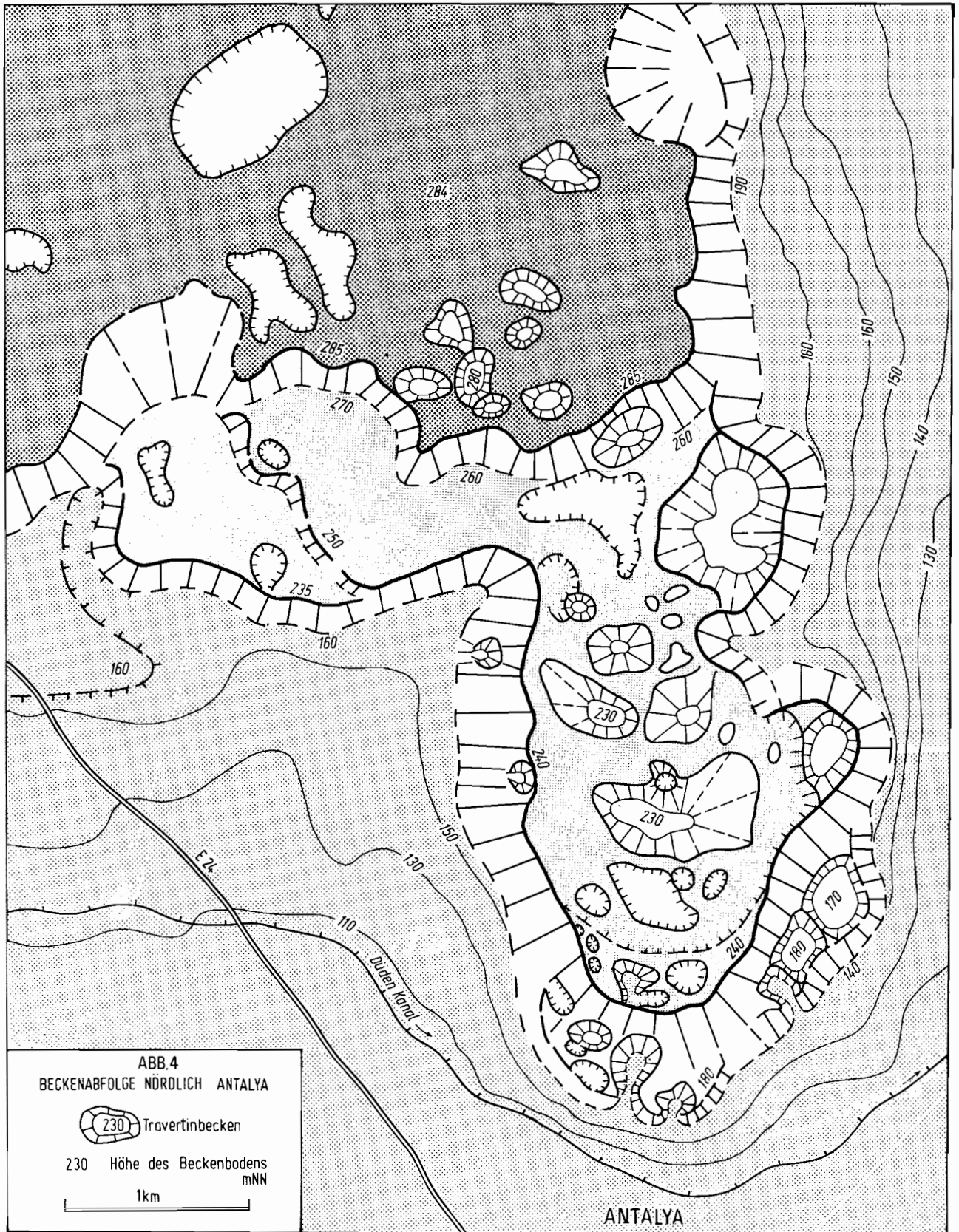


Abb. 4. Beckenabfolge nördlich Antalya

entspricht dem Mechanismus, der heute noch am kleineren und von der Kalklösung andersgearteten Beispiel "Pamukkale" sichtbar ist. In Antalya erreichen die Becken eine Grösse von max 300 x 150 m. Mit dem Aufwachsen der Mauern wurden im aufgestauten Stillwasserbereich Travertinbruchstücke, Tuffe und See-creiden meist schichtig abgelagert. Auf diese Weise wurden die Becken bis zur Höhe der Mauern verfüllt, wie dies der Querschnitt in Abbildung 3 verdeutlicht. Wie der Kartenausschnitt (Abb. 4) an der Spitze des Sporns nördlich Antalya zeigt, sind direkt an Stufenrändern manchmal Beckentreppen entwickelt. Anhand derer lassen sich die Laufrichtungen der Wässer gut rekonstruieren. Auf der Verebnung des Sporns ist die dichte Abfolge der Becken deutlich zu erkennen. Diese dichte Aufeinanderfolge kennzeichnet das gesamte Travertingebiet. In cayonartigen Taleinschnitten der höhern Stufen ist meist deutlich die Stapelung und Verschachtelung mehrer Becken über- und ineinander sichtbar. Der gesamte Travertinkomplex ist demnach hauptsächlich durch solche ineinander- und übereinandergewachsenen Travertinbecken aufgebaut. Wie es Abb. 4 verdeutlicht, wurde an Stellen konzentrierten Wasserflusses der Travertinkomplex spornartig vorgebaut. Durch eine Summe von Laufverlagerungen kann dergestalt der Travertin auf der gesamten fächerförmigen Breite weiter vorgeschoben werden.

#### 4.- GENESE DER VEREBNUNGEN UND STUFEN

Innerhalb des Travertinkomplexes sind insgesamt 9 Verebnungsniveaus zwischen 300 m NN und - 55 m NN zu differenzieren (Abb. 1). Dabei kommen ihnen wegen verschieden grosser Ausdehnung und unterschiedlich guter Abgrenzbarkeit durch Stufen verschiedene Wertigkeit zu.

##### 4.1.- LATERALE KORROSION, BILDUNG VON KARSTRANDEBENEN

Vom Meeresniveau greifen westlich Antalya in das Niveau bei 40 m NN zahlreiche Buchten vor. An deren Rändern sind häufig Versturzböcke zu finden. Der Niveauboden ist von bis zu 3 m mächtigen Lehmen gefüllt, der Boden ist meist stark vernässt. In die Buchten münden Reculéés. Der vernässte Boden im Grundwasserniveau, Versturzböcke sowie die räumliche Verbreitung der Buchten belegen eindeutig die Ausweitung der Verebnungsniveaus im Meeresspiegel durch laterale Korrosion. Sie sind demnach als Karstrandebenen einzustufen.

Auch die Verebnung in 40 m NN zeigt östlich von Antalya das buchtartige Vorgehen in das höhere 70 m Niveau. Hier ist im Bereich des Reculéé am Düden noch aktive laterale Korrosion nachweisbar. Östlich des Flughafens hat sich in der 70 m Umrahmung ein echtes Polje entwickelt, dessen Boden im 40 m Niveau liegt und nur an einer schmalen Stelle in das Gesamtniveau ausläuft.

So lässt sich auch hier der morphodynamische Prozess der Karstrandebenenbildung nachweisen.

##### 4.2.- NIVEAUAUSWEITUNG DURCH NEUBILDUNG VON TRAVERTIN

Der in Abschnitt 3 beschriebene Prozess der Travertinbildung scheint selbst schon geeignet ebene Oberflächen, im Optimum bis in die Höhenlage der Quelle, zu schaffen. Die Verebnung in 300 m NN könnte hierfür als Beispiel herangezogen werden. Nach deren Verkarstung stellt sich dann im Niveau tieferer Quellaustritte vor der Stufe ein neues Verebnungsniveau durch Travertinbildung ein. Auf diese Weise können auch Verebnungen in unterschiedlicher Höhenlage durch Primärbildung entstehen. Dass die Verebnungen allein travertinspezifisch sind, wird aber ganz deutlich durch das Übergreifen der gleichen Verebnung vom Travertin auf kalkhaltige pliozäne Sande und Konglomerate widerlegt. Für die Erweiterung der Verebnungen spielt die Travertinneubildung dennoch, wenn auch eine untergeordnete, Rolle. An schon vorhandenen Stufen wird die ältere Ebene durch Travertinnasen und -schürzen im Bereich von Wasserfällen vorgebaut. Ganz deutlich ist dies am Düden Wasserfall vom 40 m Niveau ins Meer zu beobachten.

##### 4.3.- UNTERSCHNEIDUNG DURCH ABRASION UND BIOEROSION

Vor allem an der Steilküste im Westen Antalyas wird durch Hohlkehlenbildung und herabgestürzte Travertinblöcke die Wirkung von Abrasion und Bioerosion im Brandungsbereich deutlich. Dennoch kommt auch ihr eine nur untergeordnete Bedeutung an der Entstehung der Verebnungen zu. Dort wo Travertinneubildung an Wasserfällen von Bächen und Flüssen zu beobachten ist, konnte keinerlei Unterschneidung und Abbruch beobachtet werden. Im Gegenteil, früher herabgestürzte Blöcke werden durch Verwachsung mit Travertinneubildungen wieder in den Gesamtkomplex einbezogen. Auch das Fehlen von marinen Strandgeröllen auf den Verebnungen bezeugt die geringe Bedeutung von Abrasion und Bioerosion im Brandungsbereich.

#### 5.- SCHLUSSBETRACHTUNG

Insgesamt ist somit die laterale Korrosion nach dem Modell der Karstrandebenenbildung der dominierende morphodynamische Prozess bei der Entstehung von Verebnungen und Stufen. Der Travertinneubildung an der Stufenstirn und der Unterschneidung durch Abrasion und Bioerosion kommt dann nur eine geringe mitgestaltende Bedeutung zu. Wie das Modell zeigt sind die Verebnungen mit Meeresspiegelständen korrelierbar, denn nur im Meeresniveau und vom Meer ausgehend setzt die Bildung neuer Ebenen ein. Somit lassen sich im Travertinkomplex von Antalya 9 Marken verschiedener Meeresspiegelstände nachweisen. Diese sind durch

gleichzeitig stattgefundenen tektonischen Hebung in der Bucht von Antalya erhalten geblieben.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BRINKMANN, R., 1976. Geology of Turkey. Stuttgart.
- DSI, 1977. Antalya Travertine Area, Dye Test Preliminary Report. Ankara.
- GÜLDALI, N., 1970. Karstmorphologische Studien im Gebiet des Poljesystems von Kestel (Westlicher Taurus, Türkei). Tübinger Geograph. Studien, H. 40, Tübingen.
- GÜLDALI, N., 1979. Geomorphologie der Türkei. Wiesbaden.
- PLANHOL, X. de, 1956. Contribution à l'étude géomorphologique du Taurus Occidental et de ses Plaines Bordières. Rev. Géogr. Alp. Grenoble, 44 : 609-684.
- POISSON, A., 1977. Recherches géologiques dans les Taurides Occidentales (Turquie). Thèse de doctorat d'état, Univ. Paris Sud, Orsay.