

andere den Tempelhain bewässere²³⁾. Nun, und Homer weiß genau dasselbe vom schönen Garten der Alkinoos zu erzählen²⁴⁾:

„Auch zwei Quellen sind dort: die eine durchschlingt den Garten;
Und die andere gießt sich unter die Schwelle des Hofes

An den hohen Palast, allwo die Bürger sie schöpfen.“
Daß diese gleichlautenden Berichte sehr stark auf eine Identität der Lokalitäten heindeuten, wird sich nicht wohl bestreiten lassen. Genau so übereinstimmend sind aber rund ein Dutzend anderer Punkte, die sowohl von Tartessos wie von Atlantis und vom Phäakenland berichtet sind. Eine derartige Parallele, mag sie auch noch so auffällig sein, läßt sich ja zur Not noch immer als Zufall deuten; ihrer 23 aber können nicht wohl anders erklärt werden als durch eine Identität der geschilderten Objekte. Auch der angebliche, viel diskutierte und zu phantastischsten Deutungen aufgebaute „Untergang“ von Atlantis im Meer erklärt sich in einfacher und ganz unsensationaler Weise durch die Feststellung, daß die Karthager nach ihrer Eroberung Südspaniens die Gibraltarstraße für jeden fremden Schiffsverkehr bei Todesstrafe sperrten, wodurch den Griechen der einträgliche Handel mit Tartessos von heute auf morgen abgeschnitten und das Metallparadies im fernen Westen gewissermaßen im Ozean „versunken“ war.

Endgültig geklärt ist das Tartessos-Problem zur Zeit gewiß noch nicht. Die Neuauflage der *Schultenschen* Studie über die Frage läßt aber erkennen, wie viel näher wir seit dem Erscheinen seiner Schrift von 1922 an das Endurteil herangekommen sind. Des reizvollen Rätsels volle Lösung freilich wird sich erst zeigen, wenn weitere Nachforschungen die Ruinen von Tartessos wirklich gefunden haben werden. Irgendwo vorhanden müssen diese ja natürlich noch sein. Es bedarf nur eines neuen *Schliemann*, der instinktsicher die richtige Stelle zu finden weiß, wo die Grabungen Erfolg versprechen. Wird das alte Tartessos eines Tages gefunden, so wird damit nicht nur ein Erfolg erzielt, der sich würdig der Ausgrabung Trojas an die Seite stellen kann, sondern der gleich über drei große Probleme der Vergangenheit Licht verbreiten wird: über Tartessos selbst, über Homers Phäakenland und über *Platos* langgesuchtes Atlantis.

FOSSILER TROPENKARST IN DER SCHWÄBISCHEN ALB UND DEN OSTALPEN; SEINE STELLUNG IN DER KLIMATISCHEN SCHICHTSTUFEN- UND KARSTENTWICKLUNG

(Vorbericht, Beiträge zur Geomorphologie
der Klimazonen und Vorzeitklimata VII)

Julius Büdel

Die „Landterrassen“ des Schwäbisch-Fränkischen Stufenlandes gelten als „Schnittflächen“ junger Abtragung, die sich nach *Schmittbener* besonders auch auf die vordersten Stücke in der Nähe des jeweiligen Traufes erstrecken soll. Ich habe demgegenüber schon

²³⁾ *Plato*, *Kritias* 113 e und 117 a—c.

²⁴⁾ *Odyssee* VII, 129—131.

1938 vermutet, daß sehr alte Rumpfflächen, ebenso wie im Schwarzwald, Odenwald und Vogesen, sich auch über das ganze flache Schichtgewölbe der nicht-metamorphen, „schichtstufenholden“ mesozoischen Gesteine der heutigen Stufenländer erstreckt haben müßten und daß Reste dieser unzerstörten Rumpfflächen am ehesten auf dem „Dach“ des ganzen Gewölbes, also etwa auf der Schwäbischen Alb zu finden sein dürften. Untersuchungen von 1949 und 1950, über die hier vorläufig kurz berichtet sei, sollen diese Frage erneut prüfen.

Die eindrucksvolle Hochfläche der Alb liegt vom hohen Rand ihres Traufes im N bis zum flachen Untertauchen ihres mesozoischen Sockels unter die tertiär-quartären Schichten des Alpenvorlandes ganz in den Schichten des weißen Jura. Er wird seit alters in die Horizonte *a* bis *ζ* eingeteilt. Diese sind — wie die übrigen Glieder des stufenholden schwäbischen Mesozoikums — nach ihrer morphologischen Härte sehr verschieden. Dessen ungeachtet hört das morphologische Stufenbild oberhalb der *γ*-Stufe — d. h. auf der eigentlichen Albhochfläche — bis auf wenige Spuren völlig auf. Statt dessen wird die Albhochfläche seit langem in zwei verschiedene Formkomplexe anderer Art eingeteilt, die in ihrer Längserstreckung mit je 15—20 km Breite hinstreichen: die „Kuppenalb“, die man nach Ersteigung des Traufes von NW her zuerst betritt, und die „Flächenalb“, die sich an diese südostwärts anschließt.

Im Stufenland besonders zu rein petrographischen Erklärungen neigend, hat man auch für diesen Formcharakter eine solche gefunden. In der Tat sind die morphologisch harten und weichen Partien vom Weißjura *γ*, *δ*, *ε* und *ζ*, die die Albhochfläche zusammensetzen, nicht mehr so scharf nach Schichten geschieden: vielmehr heben sich innerhalb der einzelnen Schichten härtere Riffpartien von umgebenden weicheren Gesteinen ab. Die Riffbildung kann sich sogar durch mehrere Schichtglieder fortsetzen. So besteht die Möglichkeit, daß später die härteren Riffe (schwäbisch „Stotzen“) aus ihrer weicheren Umgebung morphologisch herauspräpariert werden. Auf diese Weise sollten die auffälligen, regelmäßig gerundeten Kuppen der „Kuppenalb“ zustande gekommen sein. Einzelne Unstimmigkeiten, die dabei den sehr sorgfältigen schwäbischen Landesgeologen schon früher aufgefallen waren, nahm man als jenen unerklärbaren Rest an, den schließlich jede Synthese enthält.

Eine genaue Untersuchung zeigte nun, daß die Kuppen der „Kuppenalb“ mit dem geologischen Umriß der Riffe so gut wie nichts zu tun haben. Die Flächenausdehnung der Riffe ist meist viel größer, ihr Umriß ist unregelmäßig und wechselt stark. Die „Kuppen“ sind dagegen viel kleiner — an der Basis 200—500 m breit — sie sind dabei stets von sehr ähnlicher Größe und vor allem von nahezu gleichmäßig kreisförmigem oder kreisähnlich-elliptischem Grundriß. Im Aufriß zeigen sie über konkav auslaufendem Fuß eine flachkugelige, sehr ebenmäßige konvexe Wölbung, ihre Höhe beträgt dabei rd. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Basis. Mit diesen, einer weiblichen Brust ähnlichen Formen stehen sie selten allein, meist sind sie zu ziemlich dichten Gruppen vereinigt, in denen

dann zwischen den einzelnen Kuppen nur schmale, verzweigte komplementäre Hohlformen in Gestalt flach muldenförmiger Talungen ohne gleichsinniges Gefälle liegen. Kuppen wie Hohlformen können nach ihrer Gestalt sowie dem Mangel an entsprechenden Ablagerungen keinesfalls als fluviale Formen gedeutet werden. Die Schutterfüllung dieser Talungen ist im Karstgebiet dünn, so daß man häufig genug feststellen kann, daß der anstehende Untergrund petrographisch vollkommen demjenigen der benachbarten Kuppen entspricht; oft liegen mehrere solcher Kuppen mit den zwischenliegenden Hohlformen im Bereich ein und desselben Riffkalk-„Stotzens“. Scharen solch ebenmäßig ausgebildeter Kuppen findet man besonders in der mittleren Alb in der Gegend von Münsingen, Odenwaldstetten, Trochtelfingen, Gammertingen und Ebingen.

Die Gesetzmäßigkeit dieser Erscheinung erheischt eine einheitliche Erklärung: ich erblicke in ihr die Spuren einer fossilen Karstform vom Typus des „reifen“ tropischen „Kegelkarstes“ (Turmkarst, Crockpits), wie ihn *H. Lehmann* zuletzt aus Java beschrieben hat und wie er ferner aus Jamaika, Yukatan und Süd-China beschrieben wurde. Was die Grundrißgestalt der Kegel und der zwischenliegenden Talungen betrifft, so ist die Ähnlichkeit der Formen vollkommen; im Aufriß sind allerdings die „Kegel“ der Schwäbischen Alb durch spätere — pliozän-quartäre — Denudation stark abgeflacht.

Eine günstige „Versuchsordnung“ der Natur erlaubt uns, das Alter dieses fossilen Kegelkarstes zu bestimmen. Sein Vorkommen beschränkt sich scharf auf den nordwestlichen Teil der Albhochfläche, oberhalb der miozänen Strandlinie, die die Albhochfläche der Länge nach durchzieht. Die „Flächenalb“ südöstlich dieser — im einzelnen doppelten — Strandlinie ist weitgehend durch die gleichzeitige Abrasion geglättet. Diese Flächenalb hat vor ihrer späteren Zerschneidung durch steile, tiefe Täler sicher noch eine flächenhafte subärische Weiterentwicklung im Obermiozän und Plioizän erfahren. Aber es ist dabei — trotz völlig entsprechender petrographischer Verhältnisse — nicht mehr zur Ausbildung eines Kegelkarstes gekommen, da die für dessen Entstehung nötigen Klimaverhältnisse dann offenbar nicht mehr gegeben waren. Darin liegt ein weiterer Beweis dafür, daß die genannte Riffstruktur auch nicht die Kuppenformen nördlich der Strandlinie verursacht haben kann. Wäre dies der Fall, dann müßte dieselbe Struktur auch südlich der Strandlinie eine „Kuppenalb“ erzeugt haben. Hier werden aber die „Riffstotzen“ durch die Oberfläche ziemlich glatt abgeschnitten.

Der Unterschied Kuppenalb — Flächenalb bezieht sich dabei aber nur auf die noch erhaltenen Reste der unzerschnittenen Hochfläche selbst! Als solcher muß er jedoch schon am Ende des Miozäns vorhanden gewesen sein. Er wurde im Laufe der späteren Entwicklung — im Plioizän, Pleistozän und Holozän — zwar durch Denudation der Kuppen gemildert, aber nicht zerstört. Diese Entwicklung machten aber Kuppen- und Flächenalb gemeinsam unter dem aufeinanderfolgenden

Wechsel verschiedener klimatischer Bedingungen durch. Sie zerfällt in drei Phasen: Im älteren Plioizän dürfte die Flächenbildung eines randtropisch-wechselfeuchten Klimas noch fortgedauert haben. Am Ende des Plioizän setzte dann die Zerschneidung der Albhochfläche ein, die im wesentlichen ins Pleistozän fällt. Sie wirkte in seinen Kaltzeitabschnitten (in denen die unterirdische Entwässerung durch Frostboden weitgehend lahmgelegt war) besonders kräftig und hat hier das Netz der tiefen, sämtlich der Donau zueilenden, dann von den Neckarzuflüssen geköpften und in ihren Oberläufen vielfach heute „trockenen“ Albtäler geschaffen. Diese Täler zerschneiden ohne Rücksicht Flächen- wie Kuppenalb. Ihre Seitenäste und besonders ihre letzten, obersten Verzweigungen (Dellen) passen sich dabei in beiden Zonen sehr stark den petrographischen Verhältnissen an: wo das Talnetz — besonders in der Nähe der Donau — dicht und tief ist, sind daher die harten Riffpartien besonders gut herauspräpariert. Aber dies geschah, wie nochmals betont sei, erst während der oberpliozän-quartären Zertalung, während die altmiozäne Kegelkarst- und die älterpliozäne Flächenbildung von den petrographischen Verhältnissen fast unbeeinflusst blieben. Die vierte Phase der Formentwicklung läuft mit der Zertalung zeitlich weitgehend parallel: während diese längs der oberflächlich abfließenden Gerinne wirkte, wurden die zwischenliegenden Flächen durch die Bildung der Formen des außertropischen Karstes deformiert, die sich als Trockentäler und Dolinen scharf von den Resten des älteren Tropenkarstes abheben. Der Beginn dieser außertropischen Karstbildung, deren Formen auf der Alb schon mehrfach studiert wurden, fällt wohl ins Oberpliozän, ihre Weiterentwicklung erfolgte dann aber vor allem in den bodenfrostfreien Interglazialzeiten, wobei ihr mit zunehmender Hebung, zunehmender Anzapfung vom Neckar her und zunehmender Verarmung des Flußnetzes allmählich immer weitere Bereiche zufielen. Sie dauert in der Postglazialzeit unvermindert an.

In der Kuppenalb ist uns ein besonders alter Formkomplex aus einer Zeit erhalten, in der die herrschende klimabedingte Abtragungsform die Härteunterschiede der Gesteine noch kaum herausarbeitete, an die sich die späteren (oberpliozän-quartären) Abtragungsvorgänge so enge hielten. Kuppen- und Flächenalb stellen zusammen zweifellos einen Teil des Altflächen-systems dar, das einst den Bereich der Schwäbischen Stufenlandschaft überzog und in dem die Schichtstufen nur schwach ausgebildet waren. *Obst* und *Kayser* haben inzwischen in Südafrika dargetan, wie in einem verwandten Klima der Gegenwart „stufenholde“ Schichtfolgen nur da scharfe petrographische Schichtstufen ausbilden, wo sie mit klimatisch-tektonisch angelegten Rumpfstufen zusammenfallen: sie erhöhen und verschärfen die Rumpfstufenbildung, solange sie im Bereich solcher Rumpfstufen an die Erdoberfläche austreichen, sowie sie aber von da in den Bereich der klimatisch bedingten Flächenbildung übertreten, gehen diese Flächen entweder völlig ungestört über dieselben Gesteinsunterschiede hinweg,

oder es sind die harten Schichten lediglich als flache Schichtrippen, nicht als scharf markierte Schichtstufen auf jenen Flächen ausgebildet.

Wenn in dem am höchsten gehobenen Teil des schwäbischen Stufenlandes, eben der Alb, die Zertalung und damit die enge Anpassung der Abtragungformen an die Gesteinsverhältnisse erst kurz vor dem Quartär begann und im wesentlichen in diese Periode fällt, so dürfte auch die Zertalung des übrigen Stufenlandes und damit eben die Herausarbeitung seines Schichtstufencharakters erst in dieser Zeit erfolgt sein. Es ist dabei durchaus möglich, daß auch auf den „tieferen“ Landterrassen, etwa im vorderen, traufnahen Teil der Muschelkalkfläche in den Gäuflächen Unterfrankens und des Baulandes nur recht wenig umgeformte Teile einer solchen alten „Kappungsfläche“ erhalten sind, wie dies gelegentlich schon früher vermutet wurde. Ein genauer Nachweis steht indessen hier noch aus. Mit Recht aber betonte unlängst *Mortensen*, daß die minder gehobenen kleinen hesisch-niedersächsischen Schichtstufenlandschaften z. T. bessere Bedingungen für die Lösung dieser und anderer Fragen bieten. So ist am Westrand der Dransfelder Muschelkalkfläche gegen das Buntsandsteingewölbe von Solling und Bramwald in der Nähe der Zwischentalscheiden (also weit ab von den Linien der jungen Zertalung) ein fast stufenfreier, flacher Übergang zwischen beiden Stufenbildnern vorhanden. Hier haben wir in der Tat die kaum erniedrigten Reste einer tertiären — vermutlich pliozänen, wenn auch schon älter vorgeformten — Kappungsfläche über dem Schichtgewölbe beiderseits des Solling vor uns, aus dem danach im Oberpliozän und Quartär so scharf markierte Schichtstufen herausgearbeitet wurden. Dabei blieb der am Ende der letzten Eiszeit ausgebildete Formcharakter der Landschaft im wesentlichen bis heute erhalten. Eine analoge Unterscheidung zwischen flachen, fast stufenfreien Übergängen im Bereich fossiler pliozäner Oberflächen, die in einem semiariden Klima ausgebildet wurden, und der Herausarbeitung scharfer Schichtstufen in denselben Gesteinen im Bereich der jüngeren quartären Zertalung hat unlängst *Tricart* für das Pariser Becken dargetan.

Wie im Bereich der im wesentlichen im Pliozän ausgebildeten „Flächenalb“, ist es auch im Bereich all dieser jüngeren pliozänen bzw. pliozän überarbeiteten „Kappungsflächen“ selbst in reinen Kalkgebieten nicht mehr zur Ausbildung eines „Kegelkarstes“ gekommen. Ein solcher scheint vielmehr im deutsch-französischen Stufenland nur im Bereich der „Kuppenalb“ erhalten zu sein, die als eine besonders alte miozäne Vorzeitform in die Gegenwart hereinreicht. Wohl aber sind in den Ostalpen sicher miozäne Kalkhochflächen erhalten. Diese zeigen — wenn man von den Formen der jüngeren Verkarstung und späterer tektonischer Zerbrechung absieht — einen sehr ähnlichen Formenschatz, der als „Raxlandschaft“ schon vielfach beschrieben, aber noch nicht genauer gedeutet worden ist. Er ist besonders auf den niederen Hochplateaus der nordöstlichen Alpen (Hochswab,

Schneealpe, Schneeberg, Rax) gut erhalten, während auf den höheren Plateaus der Salzburger Alpen seine Formen stark durch die der eiszeitlichen Vergletscherung und des rezenten Hochkarstes überprägt werden, wie ihn *C. Rathjens jr.* unlängst von den Hochplateaus der Berchtesgadener Alpen beschrieb. Die isolierten, flachkonvexen Kuppen dieser Raxlandschaft sind so wenig als „fluviatile“ Formen zu erklären wie die der Kuppenalb und gehen wohl wie diese auf einen miozänen Kegelkarst zurück. Scharf scheiden sich auch hier die jüngeren außertropischen Karstformen von den älteren tropischen — von den völlig andersartigen Formen der jungen Vergletscherung und Zertalung hier ganz zu schweigen.

Schichtstufen- und Karstlandschaft, so eng gebunden sie an bestimmte petrographische Voraussetzungen erscheinen, zeigen doch in den verschiedenen Klimaten eine ganz verschiedenartige Ausprägung. Diese kann einmal in den heutigen Klimagürteln im räumlichen Nebeneinander verglichen werden. Sie ist aber auch in Gebieten wie in Mitteleuropa, die in den jüngsten, morphologisch noch nachwirkenden Erdperioden einen deutlichen Klimawandel erlitten, in zeitlichem Nacheinander nachweisbar. Hierbei konnten wir hier, wie in anderen Fällen, 4 große Stufen der klimamorphologischen Entwicklung des mitteleuropäischen Reliefs nachweisen: eine ältermiozäne, eine obermiozän-pliozäne, eine dritte, die den quartären Kaltzeiten und eine vierte, die den Interglazialzeiten und der geologischen Gegenwart entspricht. Die letztere ist bei weitem die wirkungsschwächste; soweit sie stärkere Abtragungsercheinungen zeitigte, gehören diese einerseits dem Spätglazial mit seinem zeitweise noch waldlosen Tundrenklima, andererseits der jüngsten historischen Zeit seit der großen mittelalterlichen Waldvernichtungsperiode durch den Menschen an, wie dies besonders auch durch die jüngsten Auelehmuntersuchungen von *Mensching* bestätigt wurde.

Literatur:

- Büdel, J.*, Das Verhältnis von Rumpftreppen zu Schichtstufen in ihrer Entwicklung seit dem Alttertiär. Pet. Mitt. Gotha. 1938.
- Büdel, J.*, Das System der klimatischen Morphologie. Deutscher Geographentag München 1948. Landshut/Bay. 1950.
- Lehmann, H.*, Morphologische Studien auf Java. Geogr. Abhandl. Stuttgart. 1936.
- Mensching, H.*, Die Entstehung und Verbreitung des Auelehmes. Manuskript. 1950.
- Mortensen, H.*, Rumpffläche — Stufenlandschaft — Alternierende Abtragung. Pet. Mitt. Gotha 93. 1949.
- Obst, E. und Kayser, K.*, Die große Randstufe auf der Ostseite Südafrikas und ihr Vorland. Hannover. 1949.
- Rathjens, C. jr.*, Raxlandschaft und Hochkarst, ein Beitrag zur Hochgebirgsmorphologie. Unveröffl. Vortr. Gött. Geogr. Kolloqu. 1949.
- Schmitthenner, H.*, Das Problem der Stufenlandschaft. Pet. Mitt. Erg. Heft 209. 1930.
- Tricart, J.*, La partie orientale du Bassin de Paris. Etude morphologie. Ann. d. L'Université de Paris, 1. 1950.