

Die Siegritz—Voigendorfer Kuppenlandschaft

Ein Beitrag zur klimatisch morphologischen Deutung einer Reliktlandschaft des Karstes aus feuchtwarmer Zeit in der Nördlichen Frankenalb

VON

GU DRUN HÖHL

I. Landschaftliche Situation

Die moderne tropische Karstforschung hat das Augenmerk auch auf die Formung und Verwitterung der Karstlandschaften in heute gemäßigten Breiten gelenkt. Schon frühzeitig hat H. CRAMER (1928) eine dem tropischen Karst annähernd vergleichbare fossile „Cockpitlandschaft“ im Bereich der Fränkischen Alb nachzuweisen gesucht. Im Bereiche der Schwäbischen Alb ist es J. BÜDEL (1951) gewesen, der hier einen „fossilen Tropenkarst“ feststellte, jedoch später von einem „konservierten tropischen Grundhöckerrelief“ sprach (1957c, S. 216 u. 1958, S. 113). Jüngste Diskussionsbeiträge für die Schwäbische Alb boten F. HUTTENLOCHER (1962) über die petrographische und karstmorphologische Gebundenheit der „Kuppenfelder“ und H. DONGUS (1962) über ein vereinzelt tropisch-fossiles Karstpediment. Von geologischer Seite — soweit der Raum der Fränkischen Alb in Betracht gezogen ist — sind grundlegende Arbeiten von F. BIRZER (1939), G. ANDRES (1951) und W. A. SCHNITZER (1956) für die südliche Fränkische Alb zu nennen, von B. v. FREYBERG (1952), R. SPÖCKER (1952) und H. MEDINGER (1952) für den mittleren und nördlichen Abschnitt der Alb. Abgesehen von der Rekonstruktion der verschiedenen tertiären Landoberflächen und der dazugehörigen Verkarstungsphasen, worauf auch J. BÜDEL in seinen neuen klimatisch morphologischen Darstellungen Frankens (vgl. vor allem 1957a u. b, auch 1957c u. 1958) sowie A. WIRTHMANN (1961) zurückgreifen, bieten die geologischen Untersuchungen eine Klärung der Frage der „lehmigen Albüberdeckung“ als eines flächenhaft verbreiteten Verwitterungs- und Umlagerungsprodukts des Malms, der Kreide und des Tertiärs (bes. BIRZER 1939, S. 10 und v. FREYBERG 1952, S. 20). SPÖCKER (S. 1) spricht jedoch nur von „Deckschichten“. Die in dieser flächenhaften Überdeckung vorhandenen Relikte von Karstroterden wurden außer von BIRZER (1939) eingehender von K. BRUNNACKER (1959) behandelt (vgl. auch BÜDEL 1958, S. 20 mit FN 6!). Als ein weiterer Beitrag zur Themenstellung ist auch der von K. THORN (1960) über die naturräumliche Gliederung der Fränkischen Kuppenalb anzusehen.

Das Untersuchungsgebiet, das auf einer Isohypsenkarte (Fig. 1) und einer geologisch-topographischen Karte (Fig. 2) dargestellt ist, befindet sich im nördlichsten Randbereich der Fränkischen Kuppenalb

nach THORN, und zwar nördlich der mittleren Wiesent zwischen Leinleiter im Westen und Aufseß-Wiesent im Osten. Freilich gibt es hier keine solch dichte Drängung von Kuppen wie südlich der mittleren Wiesent. Aber dennoch sind der Charakter der Dolomitkuppen (CRAMER, S. 260 ff., SPÖCKER, S. 6, HUTTENLOCHER, S. 324 ff.), ihre reihenweise Drängung (siehe Fig. 1 u. Abb. 1 u. 2) zwischen Siegritz und Oberfellendorf und die eingeschalteten weitgeschwungenen, unregelmäßigen Mulden — „Cockpits“ nach CRAMER (S. 263 f.) —, in die z. B. östlich von Siegritz mehrfach junge Dolinen eingesenkt sind, noch derart deutlich, daß unser Gebiet „nördlich der Breite von Streitberg“ (THORN, S. 183 f.) sehr wohl noch zum Bereich der Kuppenalb gerechnet werden kann. Kerngebiet des Untersuchungsraumes ist die Landschaft um Siegritz und Voigendorf mit Gößmannsberg, Albertshof und Neudorf in der engeren Umgebung. Im Norden wurde dann noch ausgegriffen bis nördlich von Stücht in Zusammenhang mit meiner schon mehrfach aufgeworfenen Fragestellung der Möglichkeit einer frühen Hochflächenbesiedlung (HÖHL 1963 und 1963a). Im Süden wurden die Geländebegehungen noch durchgeführt bis in den Hochflächenwinkel zwischen den beiden Wiesent-Laufrichtungen, d. h. also im Bereich von Engelhardtsberg und Moritz. Um mit einem einzigen Beobachtungsort noch südlich der Wiesent eine Bestätigung bzw. Intensivierung der Beobachtungen zu haben, ist eine Untersuchungsstelle westlich von Gößweinstein hinzugenommen worden. Damit ist der direkte Anschluß an das klassische Gebiet der innersten Wiesentalb um Gößweinstein, das Untersuchungsgebiet OTTO BERNINGERS, vollzogen, ohne es weiter einzubeziehen. So wollen auch diese dem Jubilar in Erinnerung an die schönen Wiesentalb-Exkursionen und aus langjähriger Zusammenarbeit gewidmeten Ausführungen als ein kleiner Forschungsbeitrag zu den morphologisch-landschaftlichen Problemen unserer heimatlichen Landschaft verstanden sein.

Die vorliegende Themenstellung erwuchs als ein speziell morphologisches Thema aus gesamtgeographischer Betrachtung. Denn es sind nicht nur die Karstkuppen und Karstmulden, die das Landschaftsbild in besonderer Weise gestalten, sondern auch die kulturgeographischen Erscheinungen. Sehen wir hier ab von dem die landschaftliche Eigenart betonenden Gegensatz der waldbedeckten Kuppen — „Knocks“, wie es im heimischen Sprachgebrauch heißt — und der weiten Ackermulden (Abb. 1 u. 2), so bleiben noch Hinweise auf landschaftsbedingte Besonderheiten, die sich im Siedlungsbild äußern. Es ist dies vor allem die orangefarbene Farbe des Mörtels zwischen dem Bruchsteinmauerwerk zahlreicher Häuser, Scheunen und alter Backöfen besonders in Siegritz und Voigendorf, aber auch in Gößmannsberg, Albertshof, Neudorf, Engelhardtsberg, Wölm, Oberfellendorf und selbst noch am Ortsrand von Muggendorf. Dieser tonig-sandige Mörtel diente früher ausschließlich zum Hausbau und wurde u. a. den großen, inzwischen etwas verfallenen „Sandgruben“ am Üblitzberg östlich Siegritz (Probennummern 31—37; vgl. Fig. 1 u. 2), am Knock südlich Albertshof (Nr. 56), rings um Voigendorf (z. B. Nr. 48) und nördlich Oberfellendorf (am Knock

Bohrung 3



Bohrung 3

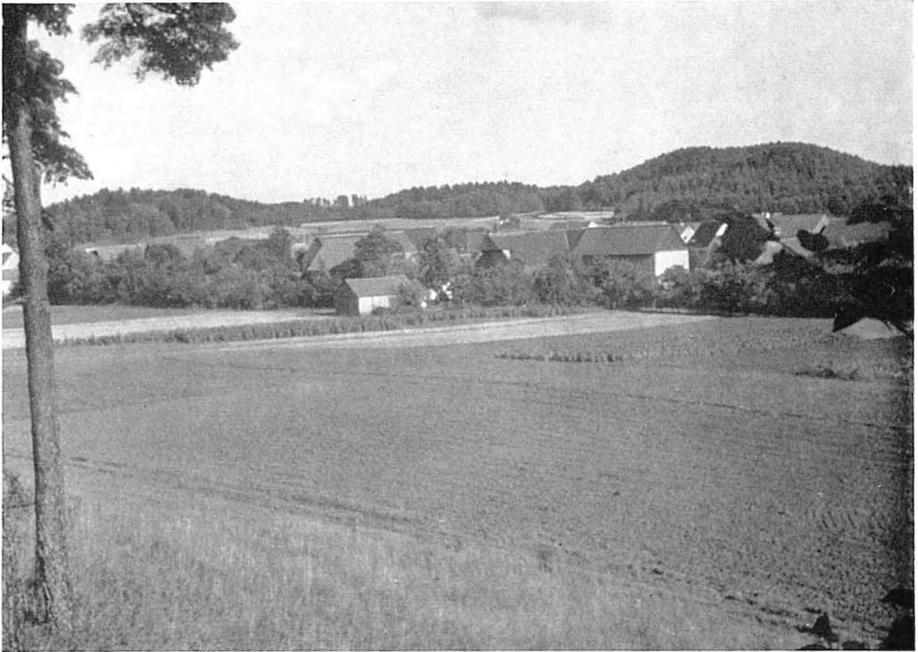


Abb. 1. Blick vom Siegritzer Knock (473,9) auf die Kuppenreihe südöstlich Siegritz. Am Ortsrand links vorne Stelle der Bohrung 3.



Abb. 2. Blick vom Siegritzer Knock am westlichen Ortsrand vorbei auf die (dunkle) Kuppenreihe bei Oberfellendorf. Im Hintergrund Kuppenlandschaft südl. der Wiesent.

498,8) entnommen. Hinter der Gastwirtschaft Schober in Voigendorf ist noch die tiefe, aber jetzt mit Gras und Gebüsch dicht bewachsene „Sandgrube“, die für den Hausbau der ganzen Umgebung und den Kirchenbau in Wüstenstein in den vierziger Jahren unerschöpflich Material geliefert hat, zu sehen. Viele der Gruben sind längst wieder zugeschüttet. Es besteht jedoch keine Schwierigkeit, bei schon geringem Nachgraben an neuen Stellen das gewünschte Hausbaumaterial reichlich wieder zur Verfügung zu haben. Allerdings ziehen die Maurer heute den „sauberen“ Flußsand bei weitem vor.

Vom ackerbaulichen Standpunkt aus schätzt der Albbauer jedoch den wenig fruchtbaren und, im Gegensatz zum „Melm“, nicht feucht bleibenden roten Boden nicht sehr. Da dieser Boden aber mehr in Form von „Adern“ — wie die Bauern sagen —, d. h. also in schmalen Streifen (Dolinenreihen?) oder auch in einige Quadratmeter großen Flächen auftritt, dürfte eine Minderung der Bodenqualität nicht so sehr im Vordergrund stehen. Die Flächen sind meist dolinenartig eingemuldet, z. B. zwischen Albertshof und Engelhardtsberg (Probennummer 51) oder östlich des Üblitzberges (Nr. 63 und 64 a/b). Wie häufig diese roten Plateaulehme in unserem Untersuchungsgebiet sind, war in geradezu eindrucksvoller Weise zur Zeit der letztjährigen Herbstackerung zu sehen. Die frisch aufgeworfenen Schollen zeigten intensivst lilarote bis orangerote (Nr. 45, 52, 57, 61, 63 und 64a), manchmal auch gelbrote (Nr. 43, 46 und 47) und gelbe Farben (Nr. 64b) gegenüber dem matten Braunrot (Nr. 54 und 62) oder Gelbbraun (Nr. 53) der übrigen Plateaulehme. Unterstützt wurde dieser Eindruck durch die weite, flächenhafte Umlegung der Fluren im Zuge der Flurbereinigung, die in den Gemeinden Siegritz, Albertshof mit den Ortschaften Voigendorf und Neudorf, sowie der Gemeinde Engelhardtsberg gerade im Gange ist. Nicht nur zahlreiche Oberflächenvorkommen auf dem Dauerackerland wie auf dem neu umgebrochenen Wiesen- und Ödland konnten so immer wieder aufgefunden werden. Es bot sich auch genug Gelegenheit, tiefere Vorkommen zu beobachten, da durch die Anlegung von Wirtschaftswegen oft beträchtlich große Aufschlußstellen an den Knocks (Nr. 58 und 59) geschaffen oder Blöcke (Nr. 48) und mächtige Wurzelstrünke (Nr. 55) ausgegraben worden waren. Auch die Probe Nr. 60 in dem halbabgetragenen Knock westlich Gößweinsteinstein muß hier erwähnt werden. Leider besteht keine Möglichkeit, diesen Ausführungen einige Farbbilder als Anschauungsmaterial beizufügen. Doch sind die Farbwerte der Proben durch die Munsell'sche Bodenfarben-Skala bestimmt.

Wohl handelt es sich um unzusammenhängende, räumlich sehr begrenzte Vorkommen, so daß der Reliktcharakter dieser roten Plateaulehme deutlich wird, wie auch BRUNNACKER (1959, S. 58) für das Gebiet Pottenstein-Burggailenreuth-Moggast am Südrand unserer beigegebenen Karten betont. Dennoch sind diese Vorkommen so häufig, daß unser Untersuchungsgebiet auch von diesem Gesichtspunkt aus dem Typus der Kuppenalb zugerechnet werden kann.

II. Die Bedeutung der Plateaulehme für das Problem des fossilen Karstes

Wie aus der eingangs dargestellten landschaftlich-morphologischen Problematik des Untersuchungsgebietes hervorgeht, ohne im einzelnen alle Erscheinungsformen besprochen zu haben, ist der beherrschende Eindruck der der auffällig starken räumlichen Konzentrierung der Voll- und Hohlformen in Verbindung mit den verschiedenfarbenen Plateaulehmen der flächenhaft verbreiteten „lehmigen Albüberdeckung“ im Bereich der Kuppenalb gegenüber den diese randlich begrenzenden Hochflächenlandschaften der Schichtalb. Daß hier die unterschiedliche Fazies des Malm als geschichtete Kalke, Massenkalke und Frankendolomit eine wichtige Rolle spielt, ist selbstverständlich (vgl. die genannte einschlägige Literatur sowie die geologisch-topographische Karte). Auch die tektonische Klüftung kann zur morphologischen Modifizierung der Landschaft beitragen (LEHMANN 1954a, S. 118). Daß solche Grundzüge gegeben sein können, darf u. a. der reihenweisen Anordnung der Kuppen durchaus zugrunde gelegt werden (vgl. HUTTENLOCHER, S. 329). Diese ihrerseits ist auch ein Argument analog dem rezenten Tropenkarst (LEHMANN 1936 und ff.). Die Isohypsendarstellung (Fig. 1) veranschaulicht diese Ähnlichkeit mit einem „gerichteten Karst“, zeigt jedoch eine sehr viele geringere Ähnlichkeit hinsichtlich der relativen Höhen- und der Steilheitsverhältnisse der Kuppen. Die 450 m-Isohypse, gleichsam als Grundlinie verstärkt herausgehoben, erlaubt die rasche Abschätzung der relativen Höhe der heutigen „Gipflerflur“ (ca. 470—525 m NN) von rund 20 bis zu 50 Metern. Isohypsen und Abbildung 1 sagen ebenso hinreichend über die Steilheitsverhältnisse der Kuppenflanken aus (vgl. LEHMANN 1954a, S. 114). Beides zusammengenommen, die Formen der Karst-Dolomittkuppen sind weniger hoch und weniger steil, als daß sie typischen Mogoten entsprächen. Immerhin bleibt der landschaftliche Gesamtaspekt der einer Reliktlandschaft früherer Klimate. So liegt es sehr nahe, eines der Hauptprobleme der Kuppenlandschaft aufzugreifen: das der fossilen Plateauböden als eines klimatisch morphologischen Arbeitsmittels bei der Deutung des Siegritz-Voigendorfer Teilgebiets der oberfränkischen Kuppenalb. Daß hierzu die physisch-geographische Laboruntersuchung notwendig wird, ergibt sich daraus¹.

Zunächst einige allgemeine Bemerkungen über Plateaulehme mit besonderer Berücksichtigung von Oberfranken. Die Plateaulehme können entsprechend ihrer tonmineralogischen Ausprägung und der Bodenfarbe im allgemeinen in zwei Gruppen aufgeteilt werden:

In die erste Gruppe gehören die älteren Plateaulehme. Sie können entweder lilarot bis orangerot, aber auch gelb bis gelblichgrau sein und zeichnen sich meist durch einen relativ hohen Kaolinitgehalt aus. Dieser Verwitterungstyp mit Kaolinitdominanz kann nicht

1) Die Untersuchung der Bodenproben wurde in entgegenkommender Weise vom Physisch-Geographischen Laboratorium Amsterdam durchgeführt, wofür herzlich gedankt sei.

jünger als etwa mittelplozän sein, da auf Grund der Untersuchungen von SZAFFER (1954, S. 128) und BAKKER (1960, S. 82) die entscheidende Klimaänderung im Plozän zu einem kühleren Klima hin an das Ende des Pont bzw. in die Übergangszeit vom unteren zum mittleren Plozän zu stellen ist. Zwar gibt es auch jüngere rötliche bis gelbliche Rotverwitterungen. Aber diese sind weniger tief und haben, soweit das jetzt bekannt ist, immer eine ausgesprochene Illitdominanz. Auch kann noch nach der Mittelplozänzeit ein kaolinitreiches Plateaugebiet eventuell als Tonlieferant für benachbarte Sedimentationsräume in Frage kommen.

Außer den klimatischen Einflüssen bestehen auch solche des Ausgangsgesteins. So weist z. B. die tiefgründige prämittelplozäne Rotverwitterung unterhalb der Kieseloolithterrasse in Niederl.-Südlmburg auf Senonkalken 55 % Kaolinit, auf unteroligozänem tonigen Sand 80 % und auf devonischen Schiefern sogar 100 % auf (vgl. HÖHL 1959). Auf den Liasmergeln des Sonnefelder Hügellandes östlich Coburg sind bei 35—60 % Tongehalt 45 % Kaolinit und auf dem Frankendolomit der Siegritz-Voigendorfer Kuppenlandschaft, in allerdings nicht immer gleicher Lage, 30—65 % Kaolinit in den roten Tonen festzustellen gewesen.

Die zweite Gruppe umfaßt die jüngeren Plateaulehmen mit ausgesprochener Illitdominanz und teilweiser orangeroter, meist aber grauer und brauner Färbung. Sie sind im oberfränkischen Raum, im Vergleich zu den älteren Böden, stark vertreten, z. B. auf den Hochflächenlandschaften der Langen Meile bei Forchheim, der Ehrenbürg, der Neubürg und des in sich so unterschiedlichen Coburger Raumes. Hier sei jedoch nicht näher darauf eingegangen, da diese Verhältnisse ausführlicher in meinen Arbeiten von 1958, 1959 und 1963 beschrieben sind.

Die *Untersuchung der Verwitterungsprodukte der Dolomithochfläche Siegritz-Voigendorf* umfaßt einen Teil der gesammelten Oberflächenproben aus den uvala-artigen Becken, Proben aus Karstschlotten und zwei Bohrungen. Die hauptsächliche Höhenlage der Proben ist mit 460—465 m NN gegeben. Ein Hauptkriterium ist hier neben dem Tonmineralgehalt und der Bodenfarbe der Tongehalt, der eine Aufgliederung in verschiedenartige Plateaulehme ermöglicht.

1. Die Oberflächenproben sind nach regionalem Gesichtspunkt zusammengefaßt, wie aus den Korngrößendiagrammen (Fig. 3 und 4) zu entnehmen ist (vgl. Fig. 1 und 2). So enthält Fig. 3 Oberflächenproben aus dem engeren Raum um Siegritz (Nr. 41, 61, 63, 64a, 64b) und Stücht (Nr. 39), Fig. 4 einen Teil der aus dem Bereich von Voigendorf-Gößweinstein stammenden Oberflächenproben (Nr. 50 südlich Albertshof, 54 südöstlich Engelhardtsberg, 57 südlich Voigendorf) und drei Proben aus Karstschlottenfüllungen (Nr. 58 südlich Voigendorf, 59 nördlich Neudorf, 60 westlich Gößweinstein). Dem Tongehalt nach fallen diese Proben in zwei Gruppen auseinander, nämlich in eine Gruppe der ziemlich sandigen Proben, in denen der Tongehalt

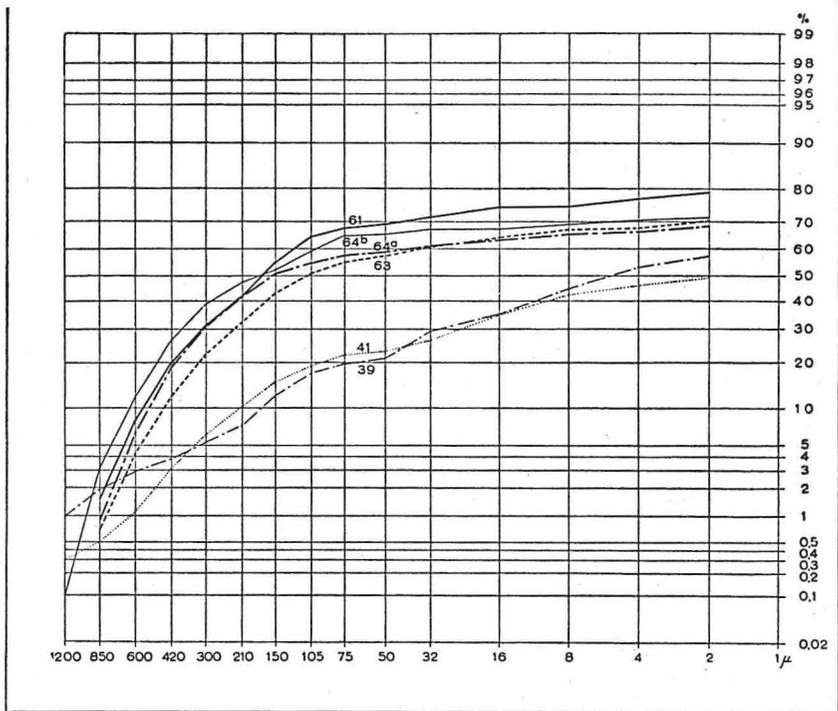


Fig. 3. Korngrößendiagramme der Oberflächenproben von Plateaulehmen im Gebiet Siegritz und Stücht.

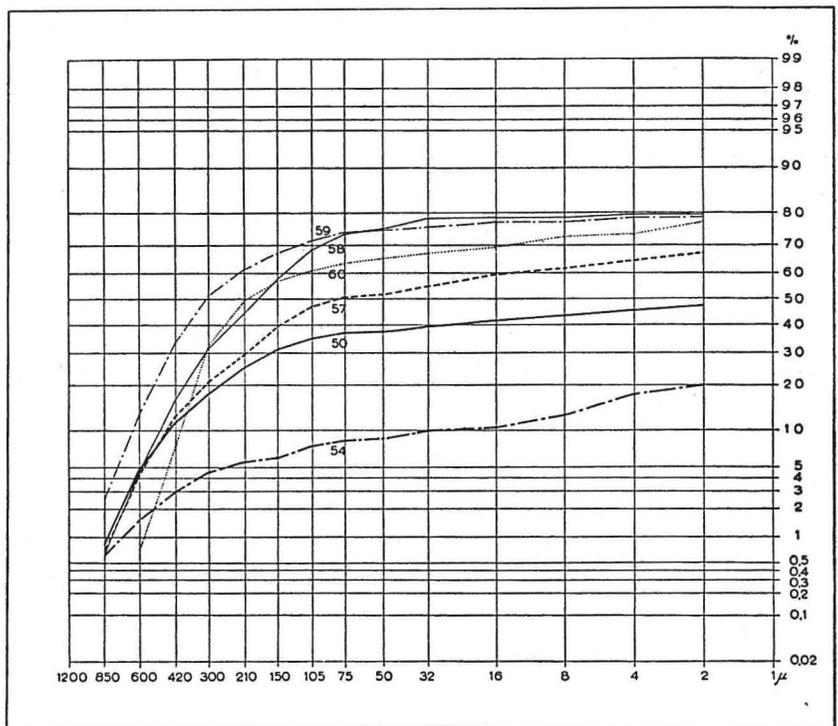


Fig. 4. Korngrößendiagramme der Oberflächenproben von Plateaulehmen und Karst-.

($< 2\mu$) nur 20—30 % beträgt (Nr. 61—64; 58—60), und in eine Gruppe der schweren und sehr schweren Plateaulehme mit einem Tongehalt von 40—80 % und darüber. Bei den mehr sandigen Proben ist besonders die mittelkörnige Quarzsandfraktion recht bedeutend (35 bis 45 %). Obwohl dieser Quarzsand teilweise aus dem Muttergestein herrühren wird, muß wahrscheinlich auch eine nachträgliche Umlagerung und Bearbeitung durch Spülwirkung, vielleicht sogar durch Flußwirkung in den Senken zwischen den Kuppen angenommen werden. Jedenfalls aber ist eine gewisse Beeinflussung durch periglaziale Prozesse gegeben, was infolge der mehr oder minder großen Menge an Löß (8—50 μ) in den oberflächennahen Teilen der Plateaulehme anzunehmen ist. Es kann sich dabei um Einwehung in Trockenrisse oder Einschwemmung bzw. Kryoturbation von Löß oder lößartigem Material handeln. Darauf verweisen auch BIRZER (1939), SCHNITZER (1956, S. 43) und ANDRES (1951, S. 57). Periglaziale Vorgänge sind auch rein farblich zu erkennen an der Vermengung mehr graubraunen und dunkelgelblichbraunen (10 YR 4/3—4/4) Oberflächenmaterials der kälteren Verwitterungszeiten mit dem älteren, teilweise noch sehr roten Material (10 R 4/6—4/8), das meist nur noch wenig tief reicht (vgl. auch BIRZER 1939). Durch diese Mischung kann auch besonders beim sandigen Material eine Verschiebung der Kaolinitdominanz zur Illitdominanz hin an der Oberfläche auftreten.

In die Gruppe der sehr schweren Plateaulehme mit einem Tongehalt von mehr als 60 % $< 2\mu$ fällt z. B. die Oberflächenprobe bei Engelhardtsberg mit ca. 80 % (Fig. 4 Nr. 54). Die am Fuße des Siegritzer Knocks entnommene Oberflächenprobe (Fig. 3 Nr. 41), sowie die Proben Nr. 39 nördlich Stücht (Fig. 3) und Nr. 50 südlich Albertshof (Fig. 4) gehören zu einer Mittelklasse von mäßig schweren Tonen (ca. 40—60 % Ton), in denen ziemlich viel Quarzsand (75—600 μ) auftritt. Die Lößfraktionen fehlen hier weitgehend. Bei der Probe von Stücht aus einer ehemaligen Tongrube dürfte eine künstliche Mischung stattgefunden haben. Bei Probe 41 fällt auch auf, daß die Decksand- und Lößfraktionen zusammen (8—210 μ) immerhin noch rund 30 % betragen, was wieder auf periglazialen Einfluß hinweisen könnte.

2. Die Bohrung 3 im Plateaulehm nordwestlich von Siegritz (Fig. 5; vgl. Abb. 1) reichte bis 3,25 m Tiefe, wo sie in einem etwas tonhaltigen, graugelben Kalksand (mehr als 80 % CaCO_3) endete. Es handelt sich hier um einen extrem schweren Plateaulehm mit einem Tongehalt zwischen 70—90 %. Um diese Bohrung genauer zu beschreiben, wird das Bohrprofil kurz wiedergegeben:

Probe Tiefe in cm

24	30—60	mäßig feuchter, etwas zäher Ton dunkel-gelblichbraun (10 YR 4/3—4/4)
25	90—120	wie oben
26	145—165	tiefbraun bis rötlich gelb (7,5 YR 5/6—5/8)
27	180—200	mehr rötlich gelb (5 YR 5/8—4/6) mit kleinen roten Flecken (2,5 YR 5/8)
28	235—250	zähe dunkelbraune bis gelblich rote Tone (zwischen 7,5 YR 5/6 und 5 YR 5/6)

29	285—295	rötlich braun bis gelblich rot (5 YR 4/4—5/6)
30	295—325	weißlich gelber mittelkörniger Sand, etwas tonig (10 YR 7/3—7/6; teilweise 10 YR 8/3—8/4)

Mit der Tiefe ändert sich also etwas die Farbe. Bis 1,20 m ist sie mehr dunkel-gelblichbraun, um dann allmählich, besonders ab 1,80 m, in ein Gelbrot mit roten Flecken überzugehen. Das heißt also, daß man aus der mehr oder minder vorherrschenden graubraunen Farbe des Oberflächenmaterials den Grad der quartären Umarbeitung ablesen kann. In Oberflächennähe spielt außerdem die Lößfraktion wiederum eine recht bedeutende Rolle; denn sie beträgt in Probe 24 53 % zwischen 8—50 μ .

Von den drei untersuchten Proben dieser Bohrung soll hier auch die tonmineralogische Zusammensetzung aufgeführt werden:

Probe	Kaolinit	Illit	Chlorit	Montmorillonit	Goethit
24	ca. 30 %	65 %	Spur	—	—
27	ca. 40 %	55 %	Spur	Spur	Spur
28	ca. 30 %	65 %	Spur	Spur	Spur

3. Die Bohrung 4 (Fig. 6) wurde in der roten lehmigen Auffüllung eines Karsttrichters (2,5 YR 4/6—4/8) in der Frankendolomitkuppe des Üblitzberges östlich von Siegritz bei ca. 470 m Höhe angesetzt und bis zu einer Tiefe von 4,10 m durchgeführt. Das meist gelblich rote Material (5 YR 4/8—5/6) der Bohrung ist ein auffällig zweiphasiger toniger Sand (vgl. BAKKER & MÜLLER 1957), von dem der Tongehalt etwa 12—30 % und der Sandgehalt (150—600 μ) etwa 50 % betragen. In derselben alten „Sandgrube“ findet man auch einen leichtgraublaßgelben tonigen Sand (5 Y 7/2—7/3). Er besteht zu ungefähr 95 % aus Kalk. Im oberen Teil der Bohrung hat eine, vielleicht anthropogene, Mischung von grauem und gelblich rotem Material stattgefunden (Probe 31a in 80 cm Tiefe). Bis ca. 2 m Tiefe reicht die Mischzone, die zusätzlich noch durch rötlich gelbe Flecken (7,5 YR 7/6) im roten Material gekennzeichnet ist. Diese dürften auf die stärkere Steinbeimengung zurückzuführen sein. Probe 31a (Fig. 6), die der Korngröße nach zur Klasse der tonigen Sande gehört, weicht durch einen hohen Kalkgehalt (12 %) von den übrigen Proben ab, zumal das gelblich rote Material an sich meist kalklos ist. Diese weitgehende oder gänzliche Kalklosigkeit ist wiederum ein Hinweis auf den älteren Verwitterungstypus, der durch höheren Kaolinitgehalt gekennzeichnet ist, was in der nachfolgenden tonmineralogischen Übersicht der vier untersuchten Proben dieser Bohrung deutlich zum Ausdruck kommt:

Probe	Kaolinit	Illit	Chlorit	Montmorillonit	Goethit
31a	ca. 30 %	65—70 %	Spur	—	—
33	60—70 %	35 %	—	—	Spur
35	ca. 45 %	55 %	—	Spur	Spur
37	55—60 %	35—40 %	Spur	—	Spur

Die Probentiefe beträgt bei Nr. 31a 80 cm, bei Nr. 33 170—180 cm, bei Nr. 35 270—280 cm und bei Nr. 37 400—410 cm.

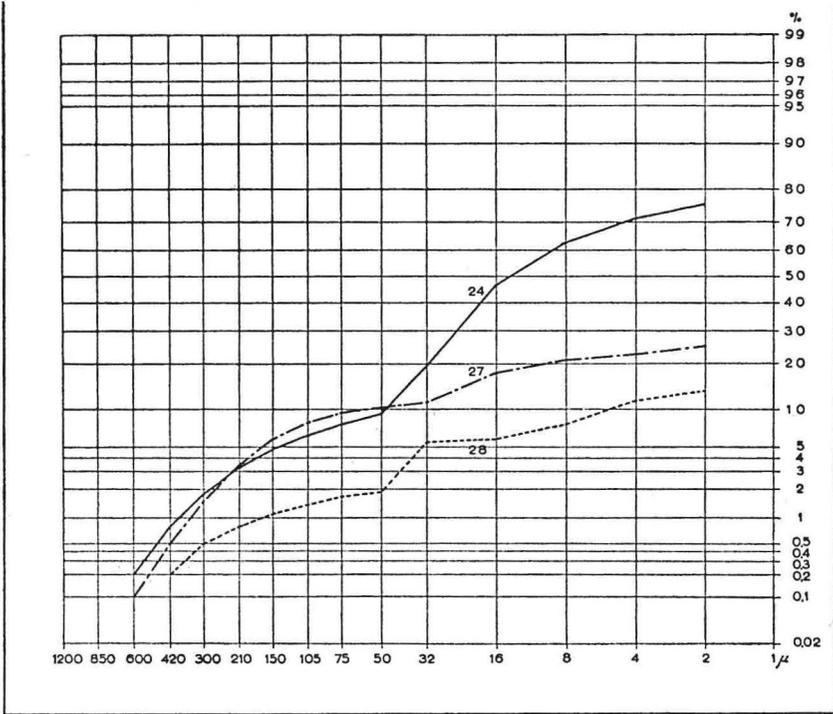


Fig. 5. Korngrößendiagramme der Bohrung 3 im Plateaulehm nordwestlich Siegritz.

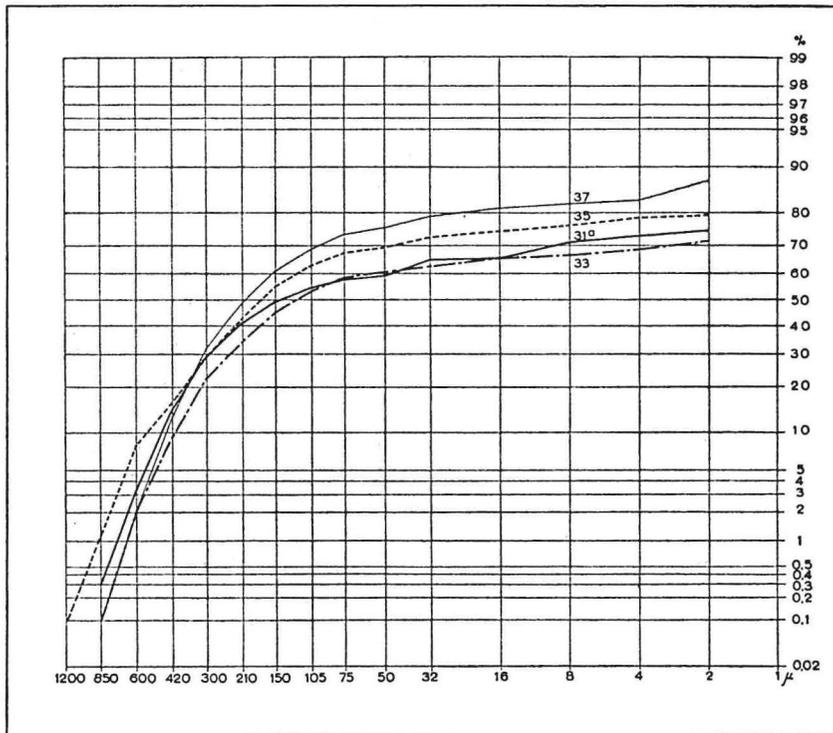


Fig. 6. Korngrößendiagramme der Bohrung 4 in der lehmigen Karsttrichterfüllung am

III. Klimatisch morphologische Interpretation und Datierung

Nach dem bis jetzt vorliegenden Untersuchungsmaterial eines wohl nur kleinen Teilgebiets der nördlichen Fränkischen Kuppenlandschaft lassen sich einige Gesichtspunkte zur Erklärung des heutigen Landschaftstypus herausheben, die eine Ergänzung und Weiterführung der bisherigen Forschung darstellen.

So ist es in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ansichten wahrscheinlich, daß die Karstschlotten oder Karstrichter mit ihren roten tonig-sandigen Auffüllungen die Überreste einer älteren Reliefphase sind, während die schweren Tone in den Mulden erst zur Ablagerung kamen, nachdem die von H. CRAMER so bezeichnete „Cockpitlandschaft“ (1928, S. 306; vgl. dagegen R. SPÖCKER 1952, S. 6) schon eine gewisse Reife bzw. Überreife erreicht hatte. Das heißt also, daß die mehr oder minder breiten und tiefen Karstrichter in den Dolomitkuppen („Sandgruben“) und in den Becken („Adern“) die Überreste einer Karstlandschaft sind, die damals größtenteils in einem höheren Niveau als die heutigen Kuppen gelegen hat (vgl. auch BIRZER 1939). Nachher ist wohl eine mehr oder weniger deutliche lineare Zerschneidung dieser Landschaft erfolgt, an der sich auch kleinere, in bezug auf die Nordsüderstreckung der Fränkischen Alb transversal gerichtete Flüsse beteiligt hatten, was ähnlich auch von SPÖCKER (S. 2) für das obere Pegnitzgebiet argumentiert wird. Der fluviatilen Formung wird auch von CRAMER (S. 295) und HUTTENLOCHER (S. 330) besonderer Wert beigemessen, nicht dagegen von J. BÜDEL (1951, S. 169). So konnte durch eine Zusammenarbeit von Oberflächenverwitterung und an Klüfte gebundener Auslaugung, Flußerosion und Hangzurückweichung die heutige fränkische Kuppenlandschaft entstehen, die, bei allen Einschränkungen, eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von SUNAR-TADIRDJA & LEHMANN (1960, S. 62) beschriebenen Kuppenkarstrelief von Nord-Bone (Indonesien) unter anderem zeigt.

In den Becken wurden dann in der Zeit, in der sie nahezu im Niveau des Grundwasserspiegels lagen, die extrem schweren und schweren Tone zusammengeschwemmt. Die extrem schweren Tone mit $60\% < 2\mu$ müssen wohl in einer s u m p f i g e n Gegend, wo kaum Wasserbewegung war, zur Ablagerung gekommen sein. Dasselbe gilt auch für die schweren Tone ($40\text{—}60\% < 2\mu$). Eine genaue Kartierung und Analyse der verschiedenen mehr sandigen und mehr tonigen Sedimenttypen fehlt jetzt noch. Es scheint aber, daß die mehr sandigen Plateaublagerungen bei Hochwasserperioden einem gewissen Transport ausgesetzt waren und unter Hochflutverhältnissen abgelagert wurden. Selbstverständlich kann dabei älteres Material der Schlotten mit aufgenommen worden sein. Darauf könnte die manchmal sehr deutliche Zweiphasigkeit des Materials (BAKKER & MÜLLER 1957) hinweisen, da beim Rückgang des Wasserstandes und der Wassergeschwindigkeit die Hohlräume zwischen den mittelkörnigen Sandpartikelchen durch Tone aufgefüllt worden sein können. Besonderes Augenmerk ist auch auf die Kantenrundung der Quarzsandkörnchen zu lenken, da laut freundlicher

Mitteilung BAKKERS neben den meist kantigen oder kantengerundeten Körnern auch sehr schön gerundete Körner auftreten. Diese würden dem Habitus nach eine große Ähnlichkeit mit den Fluß- und Strandsanden des niederländischen Miozäns und Pliozäns in Südlomburg zeigen, auch in bezug auf manchmal zu beobachtende kleine Stoßflächen. Nur scheinen die Sande des Untersuchungsgebiets chemisch stärker angegriffen zu sein. Außerdem ist anzunehmen, daß sie aus den Schlottenauffüllungen in die Beckenablagerungen verfrachtet wurden.

Auch die **T o n z u s a m m e n s e t z u n g** weist auf eine intensive Verwitterung hin. Nur fällt es auf, daß die Tone fast ohne Ausnahme schlecht kristallisiert sind. Doch ist fast immer Kaolinit am deutlichsten vertreten, dessen Prozentsätze auf Grund der bisherigen Ergebnisse etwa zwischen 30 und 65 liegen. Daneben ist Illit mehr oder weniger deutlich vertreten. Der Kaolinitgehalt ist, wie bereits betont, dem der niederl.-belg. Rotverwitterung unterhalb der Kieseloolithterrasse sehr ähnlich. In diesem Falle würden die Muldenablagerungen etwa pontisch bis mittelpliozän sein, während die Landschaftsgeneration, aus der die Kuppen und Karstschlotten entstanden sind, miozän oder älter sein muß. Hinweise auf eine eozäne Landschaft, wie sie BIRZER (1939) in der südlichen Frankenalb entdeckt hat, sind in unserem Untersuchungsgebiet noch nicht aufgefunden worden. Allerdings enthalten die Sande, z. B. in den Proben 50 und 54, Fragmente einer Verkieselung, die, wie in anderen Kalk-, Dolomit- und Mergelgebieten Europas, aus der sarmatischen Trockenzeit stammen können. In bezug auf diese Tatsachen und das Vorhandensein des extrem schweren Kaolinittons, der das letzte Stadium der klimatisch morphologisch bedingten Muldenbildung charakterisiert, kann das Alter dieses Stadiums nicht jünger als etwa mittelpliozän sein. Es ist vermutlich pontisch bzw. sarmatopontisch (vgl. auch J. BÜDEL 1957b, S. 19). Damit würde dann gleichzeitig festgestellt sein, daß die Oberfläche, aus der die Kuppen (jetzige Höhenlage ca. 470 bis 525 m) hervorgegangen sind, älter sein muß. Die Oberfläche wäre also als präarmatisch zu bezeichnen. Es erhebt sich somit die Frage, ob die Kuppenalb unseres Gebietes nicht ebenfalls aus einer hauptsächlich burdigalen bzw. oberoligozän-untermiozänen Landoberfläche entstanden ist.

Was das **K l i m a** der letzten Phasen der Entwicklung der Kuppenlandschaft betrifft, so läßt sich auch hier aus den fossilen Plateulehmen ein Hinweis gewinnen. Weder das Tonmaterial der schweren Plateulehme noch das aus den Karstschlotten deutet auf ein feucht-tropisches Klima im Sinne eines äquatorialtropischen Klimas hin. Vielmehr beweisen der schwach entwickelte Kristallisationsgrad des Kaolinit, der nur mittelmäßig hohe Kaolinitgehalt (im Durchschnitt 50 %) und somit die Tatsache eines relativ hohen Illitgehalts auch in nicht nachträglich umgearbeiteten Böden höchstens ein randtropisches Aw-Klima (Florida-Typus) oder ein feucht-subtropisches Cfa-Klima (Golfstaaten-Typus), was O. JESSEN (1938, S. 40) und vor allem J. P. BAKKER (1960, S. 79) eingehend behandeln.

Es konnte also nachgewiesen werden, daß es sich bei der Siegritz-Voigendorfer Kuppenlandschaft um eine Reliktilandschaft des Karstes aus einer feuchtwarmen Klimaperiode handeln muß, die, bei aller pleistozänen Abschwächung und Verwischung der ursprünglichen Kuppenformen, wohl kaum einen rein tropischen Charakter besessen hat.

Schrifttum

- ANDRES, G., 1951: Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Hofstetten-Gaimersheim-Wettstetten nördlich Ingolstadt. — (*Geologica Bavarica* Nr. 7, München).
- BAKKER, J. P. & MÜLLER, H. J., 1957: Zweiphasige Flußablagerungen und Zweiphasenverwitterung in den Tropen unter besonderer Berücksichtigung von Surinam. — (*Stuttgarter Geogr. Studien*, Bd. 69, Lautensach-Festschrift, S. 365—397).
- BAKKER, J. P., 1960: Some observations in connection with recent Dutch investigations about granite weathering and slope development in different climates and climate changes. — (*Zeitschr. f. Geomorphologie*, N. F., Supplementband 1, S. 69—92).
- BIRZER, F., 1939: Verwitterung und Landschaftsentwicklung in der südlichen Frankenalb. — (*Zeitschr. deutsch. Geol. Ges.* 91, Berlin, S. 1—57).
- BRUNNACKER, K., 1959: Jungtertiäre Böden in Nordbayern. — (*Geol. Blätter v. Nordost-Bayern*, 9, Erlangen, S. 55—63).
- BÜDEL, J., 1951: Fossiler Tropenkarst in der Schwäbischen Alb und den Ostalpen, seine Stellung in der klimatischen Schichtstufen- und Karstentwicklung. — (*Erdkunde*, V, S. 168—170).
- , 1957a: Raumschicksal und Landformung in Franken. — (*Geogr. Rundschau*, 9, S. 207—212).
- , 1957b: Grundzüge der klimamorphologischen Entwicklung Frankens. — (*Würzburger Geogr. Arbeiten*, 4/5, Würzburg, S. 5—46).
- , 1957c: Die „Doppelten Einebnungsflächen“ in den feuchten Tropen. — (*Zeitschr. f. Geomorphologie*, NF, 1, Berlin, S. 201—228).
- , 1958: Die Flächenbildung in den feuchten Tropen und die Rolle fossiler solcher Flächen in anderen Klimazonen. — (*Abhandl. d. Deutsch. Geographentags zu Würzburg 1957*, Wiesbaden, S. 89—121).
- CRAMER, H., 1928: Untersuchungen über die morphologische Entwicklung des fränkischen Karstgebirges. — (*Abhandl. d. Naturhistor. Ges. zu Nürnberg*, 21/7).
- DONGUS, H., 1962: Die Rauhe Wiese bei Böhmenkirch (Ostalb), ein fossiles Karstpediment. — In: Hermann von Wißmann-Festschrift, Tübingen, S. 333—342.
- FREYBERG, B. v., 1952: Geologie der Fränkischen Alb zwischen Pegnitz und Auerbach/Opf. — (*Erlanger Geol. Abhandl.*, H. 2, Erlangen).
- HÖHL, G., 1958: Zur Frage der Entstehung des Gaustädter Profils (Franken). Ein Beitrag zur Erklärung der Bildung von lokalen Lössen und Decksanden und deren Einfluß auf ältere periglaziale Horizonte. — (*Mitt. Geogr. Ges. in Wien*, 100, S. 77—89).
- , 1959: Physisch-geographische Betrachtung des Obermaintales bei Kösten. — In: L. F. ZOTZ, Kösten. Quartär-Bibliothek, 3, S. 5—14.
- , 1963: Die Coburger Landschaft seit prähistorischer Zeit. Ein Beitrag zu ihrer Agrar-, Siedlungs- und Verkehrswertigkeit auf physisch-geographischer Grundlage. — (*Erscheint in: Berichte zur deutsch. Landeskd.*, 30/2).
- , 1963a: Plateauböden und Hochflächenbesiedlung in prähistorischer Zeit im oberfränkischen Raum. — (*Erscheint in: Eiszeitalter und Gegenwart*, Jahrbuch der Deutsch. Quartärvereinigung).

- HUTTENLOCHER, F., 1962: Die Kuppen der Schwäbischen Alb und ihre morphologischen Probleme. — In: Hermann von Wißmann-Festschrift, Tübingen, S. 321—332.
- JESSEN, O., 1938: Mittelgebirgsmorphologie und Tertiärklima. — (Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, S. 36—49).
- LEHMANN, H., 1936: Morphologische Studien auf Java. — (Geogr. Abhandl., 3. Reihe, Heft 9).
- , 1954a: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen. — (Erdkunde, VIII, S. 112—122, mit Beiträgen verschiedener Verfasser).
- , 1954b: Der tropische Kegelkarst auf den Großen Antillen. — (Erdkunde, VIII, S. 130—139).
- , 1955: Der tropische Kegelkarst in Westindien. — (Abhandl. d. Deutschen Geographentags zu Essen 1953, Wiesbaden, S. 126—131).
- MEDINGER, H., 1952: Tektonische Untersuchungen im Südwesten des Veldensteiner Forstes (Fränkische Alb). — (Geol. Blätter v. Nordost-Bayern, 2, S. 49—56).
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. Edition 1954. — Munsell Color Company, Inc. Baltimore 2, Maryland, USA.
- SCHNITZER, W. A., 1956: Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Denkendorf-Kösching nördlich Ingolstadt. — (Geologica Bavarica Nr. 28, München).
- SEMMEL, A., 1961: Die pleistozäne Entwicklung des Weschnitztales im Odenwald. — (Frankfurter Geogr. Hefte, 37, Festschrift zur 125-Jahrfeier, S. 425—492).
- SPÖCKER, R., 1952: Zur Landschaftsentwicklung im Karst des oberen und mittleren Pegnitz-Gebietes. — (Forschungen z. deutsch. Landeskde., 58, Remagen).
- SUNARTADIRDJA, M. A. & LEHMANN, H., 1960: Der tropische Karst von Maros und Nord-Bone in SW-Celebes (Sulawesi). — (Zeitschr. f. Geomorphologie, N. F., Supplementband 2, S. 49—65).
- SZAFER, WL., 1954: Pliocena flora okolic Czorsztyma i jej stosunek do Plejstocenu (with English summary). — Warschau.
- THORN, K., 1960: Ein Beitrag zur Gliederung der Frankenalb. — (Berichte zur deutsch. Landeskde., 24/2, S. 181—187).
- WIRTHMANN, A., 1961: Zur Geomorphologie der nördlichen Oberpfälzer Senke. — (Würzburger Geogr. Arbeiten, Heft 9, Würzburg).
- WISSMANN, H. v., 1954: Der Karst der humiden heißen und sommerheißen Gebiete Ostasiens. — (Erdkunde, VIII, S. 122—130).
- Topographische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt 6133 Muggendorf, 6233 Ebermannstadt, 6234 Pottenstein.
- Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt 6133 Muggendorf, 6233 Ebermannstadt, 6234 Pottenstein.