

Der geologische Bau des Lehener Berges bei Freiburg i. Br.

von

Eberhard Sittig, Karlsruhe *

Mit 1 Abbildung und 1 Karte

Z u s a m m e n f a s s u n g

Der in der geologischen Literatur seit 1825 schon oft erwähnte Lehener Berg bei Freiburg i. Br. ist ein Bestandteil der Trias-Jura-Platte, welche in mosaikartiger Zerstückelung den Untergrund der von quartären Schottern erfüllten Freiburger Bucht bildet. Zusammen mit Tuniberg, Nimberg, Hunnenbuck und Mauracher Berg bildet der Lehener Berg die Reihe der inselartigen lößüberwehten Schollenreste, die von der quartären Überschotterung nicht zugedeckt wurden und somit Einblick in den geologischen Bau des Senkungsfeldes zwischen Schwarzwald im E und Kaiserstuhl im W gewähren. Eine genaue Kenntnis der geologischen Gegebenheiten dieser Schollenrelikte ist darum Voraussetzung zum Verständnis des Baues der Freiburger Bucht. Auch der Lehener Berg kann hierzu einiges beitragen: Aufgrund von Geländeuntersuchungen in den Jahren 1955 und 1956 hat der Verf. eine geologische Karte des Berges sowie ein Schichtenprofil entworfen, die in ihrer endgültigen Fassung hiermit vorgelegt und erläutert werden. Das in groben Zügen bereits bekannte Keuper-Lias-Profil von Lehen konnte vervollständigt und verfeinert werden. Von Interesse ist dabei der Nachweis der Subzone des *Psiloceras torus* D'ORBIGNY (Lias α_1 b cf. LANGE 1941), ferner die Auffindung von terrestrischen Kalken einer alten, vermutlich tertiären Landoberfläche. Außerdem ist das Vorhandensein von Schilfsandstein (km 2) als Tiefstes des ganzen Profils wahrscheinlich gemacht. Innerhalb der gut aufgeschlossenen Pleistozänabfolge konnten mindestens drei verschieden alte Lössе erkannt werden.

In seiner Lagerung zeigt der Lehener Berg einen antithetischen Schollenbau an rheinischen Sprüngen und untergeordnet eine Zerlegung an herzynischen Verwerfungen. Der vorherrschend rheinische Charakter im Baustil erscheint sehr klar und verdient stärkere Beachtung bei allen künftigen Betrachtungen der Tektonik der Freiburger Bucht.

Inhalt

Zusammenfassung	59
Einleitung	60
Schichtenfolge	61
Keuper	
Mittlerer Keuper	62
Oberer Keuper oder Rät	65
Unterer Jura (Lias)	
Lias α	66
Lias β	70
Mittlerer Lias	71
Tertiär	
Der Basalt von Lehen	73
Tertiäre Krustenkalke und Aufarbeitungsbreccien	74
Pleistozän	
Lösse und Lößlehme	75
Die Lagerung	76
Angeführte Schriften	80

Einleitung

Der kleine Lehener Berg westlich von Freiburg im Breisgau ist eine jener flachen lößbedeckten Trias-Jura-Schollen, welche die quartären Schotterfluren inmitten der Freiburger Bucht durchragen und damit Einblick in den geologischen Bau dieses Raumes gewähren. Neben Tuniberg, Nimberg und Mauracher Berg ist der Hügel von Lehen die wohl bescheidenste Anhöhe zwischen dem Schwarzwaldrand bei Freiburg und dem Kaiserstuhl. Kaum 30 m erhebt er sich über die Ebene, und die von allen Seiten herandrängenden dichten Mooswälder tragen ein Übriges dazu bei, diesen geringen Höhenunterschied noch weniger zur Geltung kommen zu lassen. Der Umriß des etwa anderthalb Kilometer langen und im Mittel 500 m breiten Hügels kann mit dem eines menschlichen Fußes verglichen werden (s. Karte); denn das Oval seiner Ränder erfährt in der Mitte von W her eine markante Einschnürung. In dieser Bucht befindet sich die Ziegelei der Fa. ZIPFEL, welche vor Jahren die wechselnd mächtigen Lößlehmvorkommen ausbeutete.

Die Ortschaft Lehen berührt mit ihren letzten Häusern eben noch die Südspitze des Hügels. Wandern wir durch dieses Dorf, so entdecken wir auch heute noch hier und da, in die Giebelfront eines Hauses eingemauert, einen wagenradgroßen Ammoniten. Es sind die letzten Zeugen eines im Aberglauben wurzelnden Brauchtums (Abwehrzauber gegen Blitzschlag?),

und sie erinnern uns daran, daß am Lehener Berg einst ein reger Steinbruchsbetrieb umging. Damals lieferten die Schwarzkalkbrüche des Lias α ein reiches Fossilmaterial, besonders an Arieten, welches schon frühzeitig die Geologen auf den Plan rief. Es ist darum nicht verwunderlich, wenn diese kleine Liasscholle in fast allen den Breisgau einbeziehenden geologischen Publikationen Erwähnung findet (WALCHNER 1832, FROMHERZ 1838, LEONHARD 1861, SCHILL 1862, STEINMANN 1890). Sehr frühes Interesse erregte der Hügel durch einen „basaltischen Wakkengang“ (C. v. OEYNSHAUSEN u. a. 1825, S. 410), welcher die Arietenkalke am Süden des Berges durchbricht. Er ist noch mehrfach beschrieben worden (MERIAN 1831 und andere, s. oben). Heute ist er leider nicht mehr auffindbar. Auch in neuerer Zeit war der Lehener Berg Gegenstand spezieller geologischer Untersuchungen (PRATJE 1922) und erlangte eine gewisse Berühmtheit durch die Entdeckung des ersten fossilführenden Rätsandsteins im Breisgau (PFANNENSTIEL 1932). Im Rahmen einer Betrachtung über die Tektonik der Freiburger Bucht erfuhr er schließlich eine Übersichtskartierung durch GUENTHER (1935).

Über ein Jahrhundert geologischer Forschung hatten somit die Grundlagen zu einer systematischen geologischen Kartenaufnahme des Lehener Berges geschaffen, für welche das Vorliegen der topographischen Blätter Lehen (7912; 30) und Hochdorf-Gemeindsmatthäuser (7912; 24) der Deutschen Grundkarte 1 : 5000 eine weitere günstige Voraussetzung bot. In den Jahren 1955 und 1956 hat der Verf. bei vielen Begehungen und mit Hilfe von künstlichen Aufschlüssen mit einem Talpa-Erdbohrer der Friedrich Wahrenburg KG, München, ein umfangreiches Material gesammelt, welches zu einer kartenmäßigen Erfassung aller geologischen Gegebenheiten am Lehener Berg (Schichtenfolge, Lagerung) ausgewertet wurde. Die Anregung zu dieser Arbeit ging seinerzeit vom Direktor des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Freiburg i. Br., Herrn Prof. Dr. PFANNENSTIEL, aus. Ein erster Bericht über diese Untersuchungen wurde in Form einer Diplomarbeit niedergelegt (STITIG 1957). Nach Überprüfung dieser Befunde im Gelände während der darauffolgenden Jahre konnte ein abgerundetes Bild vom geologischen Bau des Lehener Berges gewonnen werden, das hiermit umrissen werden soll.

Schichtenfolge

Eine schematische Übersicht der Schichten des Lehener Berges hat GUENTHER (1935, S. 34) gegeben. Dieses Schema diente als Grundlage für die Neuuntersuchung und wurde kritisch ausgewertet. Dabei ließen sich viele von GUENTHERS Angaben bestätigen, andere waren wegen Aufschlußmangel nicht nachzuprüfen. Darüber hinaus haben sich die folgenden neuen Gesichtspunkte ergeben:

1. Das sandige und tonige Rät, welches zuerst von PFANNENSTIEL aus der Ziegeleigrube als Besonderheit beschrieben worden war, konnte am Lehener Berg in größerer Verbreitung nachgewiesen werden. Der Rät-sandstein von Lehen ist ein Quarzit, der in einer dünnen Lage von 2 cm über roten und bunten Mergeln des Mittleren Keupers auftritt. Nur lokal (Ziegelei) wird dieses Bänkchen 5—10 cm dick. Die Mächtigkeit des Rättons beträgt wahrscheinlich 1 m.
2. Das bisher bekannte stratigraphische Profil ist an der Basis des Lias durch die Zone des *Psiloceras johnstoni* Sow. zu erweitern, da der leitende Ammonit in zwei Exemplaren gefunden wurde.
3. Im Bereich der Arietenschichten ist durch einen günstigen Aufschluß eine Verfeinerung des Profils möglich geworden (s. S. 68).
4. Hinsichtlich der Mächtigkeit des Lias β konnte die genauere Zahl von 25 ± 3 m errechnet werden.
5. Für den Mittleren Lias ist durch den Nachweis von Belemnitenmergeln im Hangenden des Davoeikalkes das Vorhandensein tiefer Teile des Lias δ wahrscheinlich gemacht. Noch jüngere Abteilungen des Lias sind tatsächlich nicht vorhanden (vgl. GUENTHER 1935, S. 36).
6. Es fanden sich Sedimente einer tertiären Landoberfläche, welche alle am Lehener Berg auftretenden älteren Formationen überzieht.

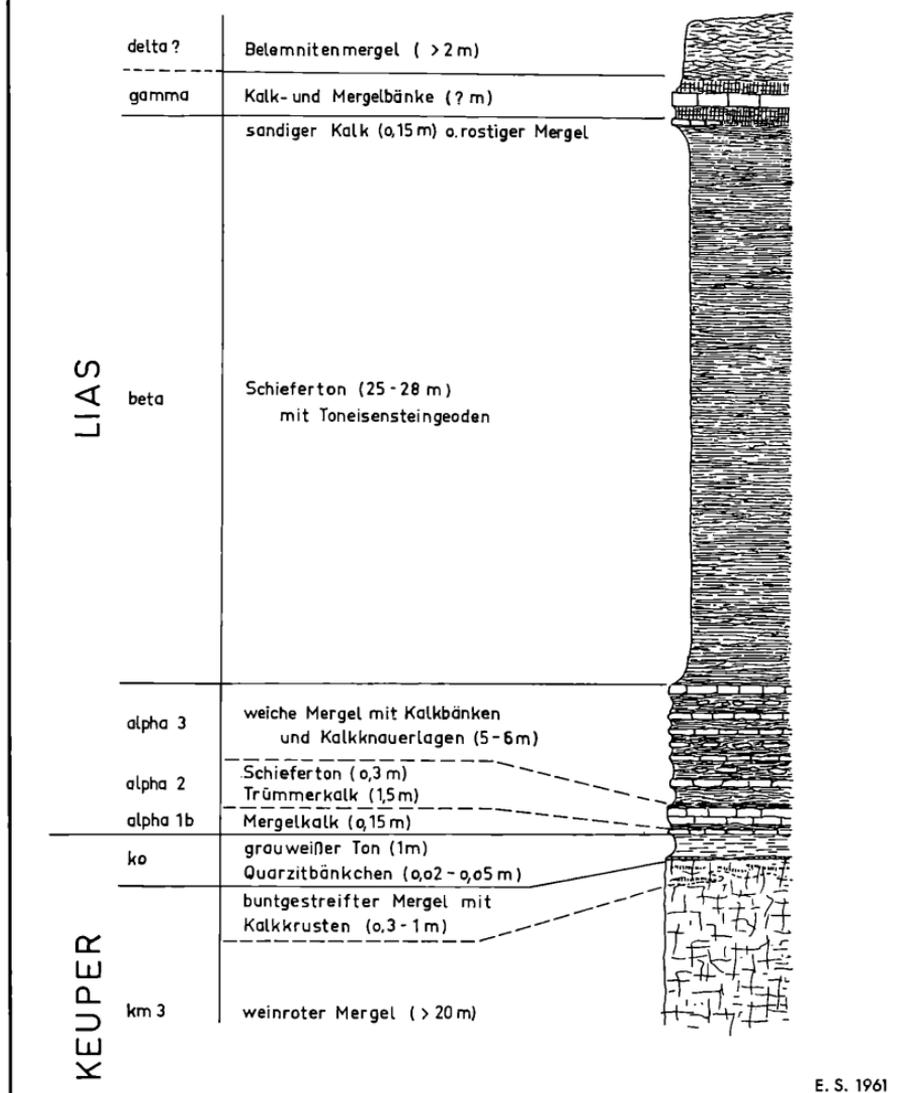
In dem Säulenprofil (Abb. 1) ist die Schichtenfolge nach dem Ergebnis der vorliegenden Kartierung dargestellt. Unsicher bleibt die spezielle Stratigraphie des Mittleren Keupers (Lage der Steinmergelbänke) und der Grenze des Lias β/γ (Obliqua-Cymbiumbänke, s. S. 71). Auch der viel beschriebene Basaltgang von Lehen konnte noch nicht wiedergefunden werden. Schließlich muß hier auf eine genaue Darstellung der pleistozänen Schichtfolge (Löß und Lößlehme) aus Platzmangel verzichtet werden. In diesem Punkt sei auf SITTING (1957) verwiesen.

Keuper

Mittlerer Keuper (km der geologischen Karte)

Als älteste Gesteine treten am Lehener Berg, dessen Basis bildend, bunte bis weinrote Mergel auf, deren Zugehörigkeit zum km schon länger festgestellt ist („Obere Mergel“ über dem Schilfsandstein, STEINMANN 1890, S. 55). Sie sind im W (Lehmgrube der Ziegelei) und im N (Humberg) in kleinen künstlichen Aufschlüssen sichtbar. Sonst entzieht sich diese Bildung überall, wo sie ausstreicht, infolge Lehmbedeckung der Beobachtung, so daß eine Anwendung der für den Breisgau gültigen Untergliederung des km (s. Zusammenstellung bei GENSER 1959, S. 65) nicht möglich war. Die petrographische Beschaffenheit dieser roten Mergel ist hinreichend bekannt und entspricht ganz den südlicheren Vorkommen (Schönberg, Staufen-Sulz-

Das KEUPER - LIAS - PROFIL des LEHENER BERGES



E. S. 1961

Abb. 1. Keuper-Lias-Profil des Lehener Berges.

burger Vorbergzone, s. GENSER 1959, S. 67 ff.). In der Lehmgrube waren die Mergel vor Jahren freigelegt und boten sich als ein standfestes ungeschichtetes Sediment von zelliger Struktur und rauhem Bruch dar. Im Walde am Humburg konnte ein weinroter, sehr homogener dolomitischer Mergel erschürft werden, der zwiebelschalenartig in Knollen von 3—5 cm Durchmesser absonderte. Er fand sich etwa 1 m unter dem Rät. Andere Aufschlüsse im Walde entblößten bröcklige rote, grüne und braune Tonmergel, ähnlich jenen in der Lehmgrube.

Alle diese sonst unterschiedlichen Mergelvorkommen schließen gegen das Rät mit einer etwa 1 m umfassenden sehr bunten Zone ab, welche sich durch unregelmäßige Wechsellagerung von buntgefärbten zelligen Mergeln mit gelben, knaurig ausgebildeten versinterten Kalken auszeichnet (vgl. das Profil bei SITTIG 1957, S. 7). Aus dieser Zone beschreibt PFANNENSTIEL (1932, S. 40 f.) einen Aufschluß in der Ziegeleigrube, wo ein geröllführender Aufarbeitungshorizont sichtbar gewesen ist. Er vergleicht diese Bildung mit dem Konglomerat des Knollenmergels von Niederschönthal (STRÜBIN 1903) und der Zancledonmergelbreccie von Unterhallau im Klettgau (SCHALCH & PEYER 1920) und deutet das Vorkommen von Lehen ebenfalls als Äquivalent des Knollenmergels (km 5 der schwäbischen Gliederung).

Abgesehen von dieser in ihrer Einstufung unsicheren bunten Zone darf die Masse der in der Ziegeleigrube und am Humburg sichtbaren roten Mergel, die stets nur wenige Meter unter dem Rät liegen, in Anlehnung an die Verhältnisse weiter im Süden den „Bunten Mergeln im Hangenden des Steinmergels“ (WARNKE 1953) bzw. den „Bunten Grenzmergeln“ (GENSER 1959, S. 68) zugeordnet werden. Nach unten ist die Fortsetzung des Profils nicht zu belegen. Die im Breisgau für die Gliederung wichtigen Steinmergelhorizonte (Haupt- und Oberer Steinmergel) sind nirgends angeschnitten, obwohl sie am Humburg zu erwarten sind. Auch das Vorkommen von Schilfsandstein (km 2) kann nur vermutet werden: SCHILL (1862) bezeichnet auf einer geologischen Übersichtskarte am nördlichen Ende des Lehener Berges einen „Sandsteinbruch“, der nach dem Text (S. 27) den „Eisenoolith“ des Doggers (= Murchisonaeschichten) entblößt haben soll. Diese Angabe von SCHILL konnte bei den Neuuntersuchungen aber nicht bestätigt werden, so daß Verf. schon früher die Möglichkeit einer Verwechslung mit dem Schilfsandstein andeutete (SITTIG 1957, S. 5). Neuerdings haben Bohrungen am Nordwestrand des Berges (Gewann Hohlgasse) Schichten aus dem Hangenden des Schilfsandsteins nachgewiesen (SAUER 1960, S. 429). Eine Berechnung des mutmaßlichen Ausstreichens des km 2 für das Nordende des Lehener Berges ergibt — ausgehend von der für diesen Raum festgestellten Lagerung (s. S. 76) und unter Zugrundelegung der Mächtigkeit des km 3 nach den Ergebnissen der Bohrung Wyhl 1 (SAUER 1960), nämlich 24 m — eine Höhenlage der Oberkante des km 2 in etwa

230 m + NN. Der Schilfsandstein würde somit unmittelbar am nördlichen Bergfuß noch zum Vorschein kommen, womit die Lage des SCHILLSchen Sandsteinbruches übereinstimmt.

Eine andere Mitteilung von SCHILL, wonach Schilfsandstein auch „an der Südwestspitze des Hügels von Lehen nahe am Flußbette der Dreisam“ sichtbar gewesen sei, kann heute wegen des Bewuchses nicht mehr nachgeprüft werden.

Nach STEINMANN (1890) war der Keuper vom Nordende des Berges bis in die Ziegeleigrube in einem schmalen Streifen am Bergfuß zu verfolgen. Derartige Aufschlüsse fehlen heute, doch haben die von SAUER (1960) beschriebenen Bohrungen des Autobahnamtes am nordwestlichen Abfall des Berges diese alte Angabe bestätigt.

O b e r e r K e u p e r o d e r R ä t (ko der geologischen Karte)

Über den Mergeln des Mittleren Keupers lagert am Lehener Berg ein dünnes Bänkchen von quarzitischem Sandstein, das trotz seiner geringen Mächtigkeit von 2—3 cm eine ziemlich konstante Verbreitung zu besitzen scheint; denn es konnte im Ausstrich der Keuper-Lias-Grenze (Ziegeleigrube und Humberg) fast überall nachgewiesen werden. Darüber folgt ein hellgrauer, verwittert gelblicher Ton von ungefähr 1 m Mächtigkeit, über welchem dann die erste Kalkmergelbank des Lias einsetzt. Nach PFANNENSTIEL gehört dieser markante Horizont dem Rät an (1932, S. 40 f.).

Diese geringmächtigen Ablagerungen des Oberen Keupers waren STEINMANN (1890) noch nicht bekannt. Als erster fand PRATJE (1923) im südlichen Breisgau „blaugraue Grenztone“ in einer Mächtigkeit von 2 bis 2½ m, welche als durchgehende Einschaltung zwischen Keuper und Lias vom Dinkelberg bis zum Schönberg bei Freiburg zu verfolgen waren. PRATJE kam damals aufgrund einer Gegenüberstellung der Profile des Breisgaves mit jenen des Dinkelberges, der Nordschweiz, des Elsaß und des Klettgaves zu der Feststellung, daß im Breisgau das Oberrät durch diese blaugrauen Grenztone vertreten, das sandige Unterrät dagegen nicht entwickelt sei (1924, S. 12 und 15).

Auch am Lehener Berg war der Tonhorizont bereits beobachtet worden, wie eine kurze Notiz PRATJES belegt (1924, S. 13). Eine genaue Beschreibung blieb aber PFANNENSTIEL vorbehalten, der das interessante Profil der Rät-Lias-Grenze aus der Ziegeleigrube von Lehen 1932 (S. 40) bekannt machte und damit erstmals Rätssandstein im Breisgau nachwies. Die gezielten Untersuchungen der letzten Jahre über den Aufbau des Räts im Breisgau haben inzwischen gezeigt, daß die für Lehen typische Ausbildung (quarzitischer geröllführender Rätssandstein und darüberlagernder Grauer Ton) auch im übrigen Breisgau bis nach Kandern (derzeit südlichster Aufschlußpunkt: Wollbachtal bei Egerten) anzutreffen ist (vgl. GENSER & SITTIG 1958, Fußnote S. 142).

Der lithologische Charakter des Rätssandsteins ist schon von PFANNENSTIEL (1932) beschrieben worden. Zusammenfassend kann gesagt werden,

daß es sich hier um einen geröllführenden Quarzit handelt, dessen einzelne Körner, im Durchmesser 0,1—0,4 mm groß, pflasterartig miteinander verzahnt sind; ihr eckiger Umriß (PFANNENSTIEL 1932, S. 42) ist eine Folge des randlichen Wachstums bei dem (nicht näher datierbaren) Verkieselungsvorgang. Außer Quarz ist sehr untergeordnet noch Calcit am Aufbau beteiligt. Als Neubildung scheint auch Albit vorhanden zu sein (Dünnschliffe Nr. 4225—4228, Min. Petrogr. Inst. Univ. Freiburg i. Br.).

Die Geröllführung ist auf die Basis beschränkt. Es finden sich lockere gelbbraune Mergelgerölle (aufgearbeiteter Mittlerer Keuper), deren Herauswittern das für Lesesteine so typische löchrige Aussehen bedingt. Weiter gut gerundete rote, schwarze und (seltener) weiße Quarzgerölle. Ihre Größe scheint 30 mm nicht zu übersteigen (PFANNENSTIEL 1932, S. 41). Durch den Fund eines 11 cm langen Knochens (nach frdl. mündl. Mitt. von Herrn Prof. PFANNENSTIEL, Freiburg i. Br.) in dieser geröllführenden Basislage wird das Vorhandensein eines Bonebeds wenigstens angedeutet.

Der Rätquarzit schließt oben mit einer stets entwickelten Lage (1—2 cm) von gelbem Kalksinter ab, in welchen „Schweife“ von feinkörnigem Quarzit (0,02—0,05 mm Korndurchmesser) eingelagert sind.

Die Aufeinanderfolge von geröllführendem Quarzit, geröllfreiem Quarzit und calcitisch versintertem feinkörnigem Quarzit stellt eine auffällige Dreigliederung dieses dünnen Bänkchens dar, wie sie überall im Breisgau wiedergefunden werden konnte (GENSER & SITTING 1958).

Der über dem Rätquarzit lagernde grauweiße, in feuchtem Zustande plastische Ton hat eine Mächtigkeit von etwa 1 m (SAUER 1954, S. 147; SITTING 1957, S. 8). Wegen seiner wasserstauenden Eigenschaften wird er nach längeren Regenfällen besonders an der Nordostseite des Lehener Berges (südlich vom Wald) an Vernässungen kenntlich. Stratigraphisch entspricht er dem blaugrauen Grenzton (Oberes Rät) des südlichen Breisgaves (PFANNENSTIEL 1932, S. 42).

Unterer Jura (Lias)

Vom Unteren Jura (Lias) sind die Stufen α , β und γ (Hettangien, Sinémurien und Pliensbachien) am Lehener Berg sicher vorhanden. Die höheren Stufen (mit Ausnahme tiefer Teile des Lias δ) sind offenbar ganz abgetragen.

L i a s α (l_1 der geologischen Karte)

Der Lias α wird im Breisgau von einer Wechselfolge von blauschwarzen (verwittert gelbbraunen) fossilreichen Kalken und Mergeln aufgebaut (der sogenannte „Gryphitenkalk“ der älteren Autoren) und findet sich in dieser Ausbildung auch am Lehener Berg. Seine Mächtigkeit kann hier auf 7—8 m

veranschlagt werden. Im einzelnen zeichnet sich das Profil durch das Vorherrschen von unverhärteten Mergeln neben eingeschalteten relativ dünnen Kalksteinbänken und Kalkknauerlagen aus, wie die Aufnahme eines Brunnenprofils in Lehen (s. S. 68) zeigt. Nur die Angulatenschichten an der Basis dieser Stufe scheinen einen mächtigeren (1 m) gebankten Kalkkomplex zu bilden („Angulatenbank“). In diesem Verhalten erweist sich der „Gryphitenkalk“ des Lehener Berges als abweichend von der oberbadisch-schweizerischen Ausbildung, wo harte gebankte Kalke über das ganze Profil vorherrschen. Ähnliche Verhältnisse wie in Lehen finden wir im Schönberggebiet (PRATJE 1922) und in der Staufen-Sulzburger Vorbergzone. Eine Gegenüberstellung der Profile von Lehen, Ballrechten, Schwärze bei Badenweiler, Sehringen, St. Johannis Breitehof, Wollbach und Schloß Rötteln läßt diese Faziesverschiebung erkennen (GENSER 1959, S. 70).

Derzeit bestehen am Lehener Berg keine Aufschlüsse in der Kalk-Mergel-Abfolge des Lias α . Nur das schon erwähnte Brunnenprofil erlaubte seinerzeit dem Verf., Einblick in den Gesteinsverband eines Teils dieser Stufe zu gewinnen. Für die Kartierung war einmal wichtig die Unterlagerung des „Gryphitenkalks“ durch den Rätton (vgl. das Profil der Ziegeleigrube, PFANNENSTIEL 1932, S. 40). Dieser Ton konnte mit dem Erdbohrer im Gelände unschwer auskartiert werden. Das darüber folgende Einsetzen der ersten Kalkbank des Lias (? Angulatenbank) ließ sich dann ebenfalls recht gut ermitteln.

Biostratigraphisch ist aber die Frage nach der Untergrenze des Lias α im Breisgau durch zahlreiche neue Beobachtungen wieder in Fluß gekommen. Die schon länger gültige Auffassung (PRATJE 1922), wonach im Breisgau der Lias unter Ausfall der Psilonotenschichten (α_1) mit den Angulatenschichten (α_2) beginne, bedarf nach zahlreichen Funden von Psiloceraten (BERG 1958, GENSER 1957, SITTIG 1957) der Revision. So konnte der Verf. am Lehener Berg zwei Ammonitenexemplare finden (am Ausbiß der Keuper-Lias-Grenze aus dem Hangschutt aufgesammelt), die als *Psiloceras johnstoni hercynum* LANGE und *Psiloceras johnstoni* subsp. bestimmt wurden¹. Hinsichtlich der übrigen Funde aus dem Breisgau und Markgräfler Land sei auf GENSER (1959, S. 71) und BERG (1961, S. 16) verwiesen. Wenn die beiden Fundstücke auch nur dem Hangschutt entnommen worden sind, so ließ sich doch an den örtlichen Gegebenheiten des Fundpunktes feststellen, daß sie einem dünnen Kalkmergelbänkchen entstammen, welches direkt dem Rätton auflagert, aber nach seiner Beschaffenheit nicht mit der Angulatenbank identisch ist. Diese folgt erst darüber. Die gleichen Beobachtungen machte GENSER (1959, S. 71), wonach im Wurmbach bei Ballrechten (Bl. Staufen 8112) über dem Rätton eine geringmächtige Kalk-Mergel-Abfolge auftritt, in welcher *Psiloceras* cf. *johnstoni* gefunden werden konnte. Auch hier setzt offenbar der Trümmerkalkkomplex der Angulatenschichten erst höher ein. Widersprechend erscheint in dieser Hinsicht das Profil der Rät-Lias-Grenze in der Ziegeleigrube von Lehen (PFANNENSTIEL 1932). Die hier angetroffene Schicht g (15 cm mächtig) über dem Rätton wird von PFANNENSTIEL als „Angulaten-

¹ Für die auf Anregung von Herrn Dipl.-Geol. D. BERG seinerzeit durch Herrn Dr. W. BLIND in Tübingen durchgeführte Bestimmung sei auch an dieser Stelle gedankt.

bank“ betrachtet. Er schreibt (S. 42): „Die Kalksteinbank leitet den Lias ein, und zwar gehört sie in die Zone der *Schlotheimia angulata*, welche ich bei früheren Besuchen der Grube aus dem Anstehenden mit *Cardinia Listeri* Sow. aufsammlte.“ GUENTHER (1935, S. 35) deutet diese Textstelle dahingehend, daß die „Angulatenbank . . . durch eine *Schlotheimia angulata* nachgewiesen werden“ konnte, was aber nach der zitierten Formulierung nicht zutrifft. Der leitende Ammonit dieser Zone findet sich im Bereich der Lehmgrube verhältnismäßig häufig, stets geknüpft an einen detritogenen bis schwach eisenoolithischen Kalkstein, der für die Angulaten-schichten im Breisgau sehr typisch ist. Auf solche Funde ist die Textstelle bei PFANNENSTIEL zu beziehen, nicht auf eine Entnahme direkt aus der Bank des bewußten Profils. Wenn somit die Einstufung dieser Bank noch durchaus offen ist, darf hier ihre probeweise Parallelisierung mit der Psiloceratenführenden Kalkmergelbank im Wurmbachprofil (GENSER 1959) vertreten werden. Irgendwie muß ja den am Lehener Berg gefundenen Psiloceraten Rechnung getragen werden, mit anderen Worten: Das Vorhandensein der Subzone des *Psiloceras johnstoni* Sow. (Subzone des *Psiloceras totus* D'ORBIGNY, s. LANGE 1941) muß auch für den Lehener Berg als sicher angesehen werden. Weitere Untersuchungen hierüber sind im Gange.

Die „Angulatenbank“ (Lias α_2) ist nirgends im Verband angeschnitten, wird aber wegen ihrer lithologischen Eigenart (blauschwarzer bituminöser Trümmerkalk) an Lesesteinen überall im Bereich der zutage austreichenden Keuper-Lias-Grenze gut erkennbar: im stillgelegten südlichen Teil der Ziegeleigrube, wo *Schl. angulata* auch heute noch bei einigem Suchen aufgesammelt werden kann; an der NE-Spitze des Berges (Gewann Humberg) längs des Waldrandes und im Walde selbst; ferner bei den gelegentlichen Neubauten am Süden des Berges.

Die klassischen Aufschlüsse, welche die Fülle der Lehener Liasammoniten geliefert haben, waren an den im letzten Jahrhundert blühenden Steinbruchsbetrieb gebunden, der im Waldgebiet und am Südrand des Berges umging. Die Brüche sind heute sämtlich verfallen und zugewachsen. Im Wald ist die alte Anlage noch gut zu erkennen (s. Karte). Diese Aufschlüsse hatten seinerzeit das ganze Profil des Lias α angeschnitten.

Der harte detritogene Kalkpsammit der Angulatenbank läßt sich in Lehen recht gut von dem hellgrauen feinkörnig-dichten Kalkstein (Korndurchmesser 10—15 μ am Schönberg bei Freiburg nach PRATJE 1922, S. 335) unterscheiden, welcher hier die vorwiegend mergeligen Arietenschichten (Lias α_3) charakterisiert. Einen Einblick in den vertikalen Fazieswechsel von den Angulaten- zu den Arietenschichten gewährte vorübergehend jener schon erwähnte Brunnenschacht, welchen der Besitzer des Anwesens Kirchstraße 17 in Lehen (R 34 1066 H 53 2068) zur Trinkwassergewinnung selbst abgeteuft hatte. Es ließ sich folgendes Profil aufnehmen:

20. 0,30 m aufgefülltes Material.
19. 0,35 m Tonmergel, ockerbraun, psammitisch, weich; lagenweise knauerartig verhärtet; reich an feinem Fossil-schill.
18. 0,15 m Kalk, hellgrau, dicht; nicht durchgehend bankbildend.

17. 0,40 m Tonmergel, ocker-rostbraun, wie 19; in einer Lage 0,12 m unter 18 bankartig verhärtet.
16. 0,25 m Kalk, hellgrau, dicht, plattig absondernd.
15. 0,75 m Tonmergel, grau-gelblich, wie 19; Knauerlage im oberen Drittel.
14. 0,08 m Kalk, dunkelgrau, dicht.
13. 0,35 m Tonmergel, ockerbraun, z. T. braun-grau-streifig, sonst wie 19.
12. 0,05 m Kalk, hellgrau, dicht; stellenweise ausdünnend.
11. 0,10 —
0,15 m Tonmergel, gelb bis braun, wie 19; keine Knauern.
10. 0,08 m Kalk, dunkelgrau, dicht; mit Fucoiden; *Rhynchonella* sp.
9. 0,30 m Tonmergel, ockerfarben bis rostbraun, wie 19; keine Knauern.
8. 0,15 m Kalk hellgrau, dicht; *Arietites* sp.
7. 0,17 m Tonmergel, gelb-braun, wie 19.
6. 0,10 m Kalk, hellgrau, dicht.
5. 0,65 m Tonmergel, grau bis gelblich, fett, wenig Fossilschill.
4. 0,12 m Kalk, dunkelgrau, feinkristallinisch, nicht durchgehend bankbildend.
3. 0,40 m Tonmergel, ockerfarben und roststreifig, an der Basis grauschwarz und verhärtet; *Gryphaea arcuata* LAM.
2. 0,10 m Kalk, dunkelgrau, dicht.
1. 0,30 m Tonmergel, grau bis gelblich, tiefer fast schwarz, schiefrig; z. T. knau-
rig verhärtet; *Gryphaea arcuata* LAM. *Belemnites* sp.

Streichen 45° / Fallen 10° SE.

Über das Liegende lassen sich Vermutungen nur insofern anstellen, als nach Angabe des Besitzers unter dem schiefrigen schwarzen Tonmergel wieder eine Kalkbank von etwa 0,50 m Mächtigkeit mit dem Spitz Eisen durchschlagen werden konnte. Bei aller Vorsicht in der Ausdeutung des Profils kann man in dieser basalen Kalkbank wahrscheinlich schon den Beginn der Angulatenbank annehmen. Der lithologischen Beschaffenheit nach ist in dem Profil eine Grenze oberhalb 4 festzustellen gewesen, wo die dunklen und teilweise auffällig rostig verwitterten Kalk- und Mergelhorizonte von helleren Kalken und Lumachellenmergeln abgelöst werden. Ob hier eine Grenzziehung zwischen Angulaten- und Arietenschichten berechtigt ist, kann leider nicht paläontologisch belegt werden. Entscheidendes läßt sich darum in dieser Frage für das Lehener Brunnenprofil nicht aussagen, auch nicht auf dem Wege über eine Mächtigkeitsbetrachtung. Dazu wäre die Kenntnis der Ausdehnung der Arietenschichten ins Hangende hinauf notwendig. Doch hat der Brunnen schacht die Alpha-Beta-Grenze nicht aufgeschlossen. Die aus dem Profil sicher zu ermittelnde Mindestmächtigkeit beträgt 4,90 m. Dazu die nicht aufgeschlossene basale Kalkbank von 0,50 m ergibt 5,40 m. PRATJE (1924) rechnet für den Freiburger Raum mit etwa 10 m Lias α , offenbar aufgrund seiner Beobachtungen im Häcklerbach (= Wurmbach) auf Bl. Staufen (PRATJE 1922, S. 288). Danach hätte also das Brunnenprofil ungefähr die Hälfte der ganzen Stufe aufgeschlossen. Da man im Liegenden nach den oben getroffenen Feststellungen

kaum noch größere Mächtigkeiten erwarten darf, wäre also die Oberkante des Brunnenschachtes noch reichlich 4 m von der Alpha-Beta-Grenze entfernt. Es ist fraglich, ob das zutrifft. Der vom Verf. früher (1957, S. 21) angenommene Wert von 7,50 m für die ganze Stufe dürfte vielleicht etwas zu knapp sein, entfernt sich aber sicher nicht sehr weit von der wirklichen Mächtigkeit.

Eine Trennung der Angulaten- und Arietenschichten auf der Karte wurde nicht vorgenommen. Bei ihrer viel größeren Mächtigkeit (6—7 m) besitzen die Arietenschichten auch eine größere Ausstrichbreite, und die herausgewitterten Trümmer ihrer Kalkbänke bedecken die Ackerfluren am Humberg und beim Dorfe. Deren Verschleppung durch den Feldbau täuscht allerdings eine größere Verbreitung vor als ihnen tatsächlich zukommt. Durch die Sondierungen mit dem Erdbohrer konnte dieser Unsicherheitsfaktor bei der Kartierung ausgeschaltet werden.

L i a s β (l_2 der geologischen Karte)

Über der kalkig-mergeligen Abteilung des Lias α folgen blauschwarze fossilarme Schiefertone, deren Mächtigkeit auf 25 ± 3 m zu veranschlagen ist. Sie entsprechen den schwäbischen Turneritonen und werden hier in Anlehnung an BERG (1961), GENSER (1959), LUTZ (1958) u. a. als B e t a t o n e bezeichnet. Sie besitzen eine bedeutende Ausstrichbreite und bauen den größten Teil der nicht von Löß überkleideten Hänge und Fluren des Lehener Berges auf. Doch sind sie nirgends in ihrer typischen Ausbildung aufgeschlossen. Ihre Fossilarmut ist bekannt. Am Langenfeld (s. Karte) wurden auf begrenztem Areal häufiger die pfenniggroßen grauen Schalen einer Zeillerienkümmerfauna gefunden. In dünner Streuung treten ihre Vertreter auch im übrigen Verbreitungsgebiet der Betatone auf. Dagegen blieb die Suche nach Ammoniten erfolglos, so daß die Stratigraphie dieser mächtigen Tonfolge hier weiter unsicher ist.

LUTZ (1958, S. 81 ff.) bemühte sich um den Nachweis, daß die Betatone im Breisgau und Markgräfler Land nur den unteren Teil (Lias β_1) der ganzen Stufe vertreten. Wie er zeigen konnte, läßt das dürftige Ammonitenmaterial der bisherigen Sammeltätigkeit diesen Schluß durchaus zu. Leider ist es mangels Zonenfossilien nicht möglich, auch für den Lehener Berg einen Beitrag zu dieser Auffassung zu liefern.

Mit dem Erdbohrer ließ sich feststellen, daß die Betatone am Lehener Berg tiefgründig (stellenweise über 3 m) oxydiert sind, wodurch sie eine ockerbraune olivstichige Farbe und unter weitgehendem Verlust der guten Schieferung eine zähe, schmierige Konsistenz angenommen haben. Ferner sind diese oxydierten Tone sehr reich an plattigen, schichtig eingelagerten Toneisensteinen von Millimeter- bis Zentimeterstärke und eckigem Umriß bei Durchmesser bis zu 5 cm, die leuchtend rot, schokoladen- und rostbraun gefärbt sind. In diesem Oxydationszustand sind die Tone zur Zeit auf der oberen Abbausohle der Lehmgrube unter 2 m Lößlehm freigelegt.

Bei Unkenntnis des Sachverhaltes ist es nicht eben leicht, in diesem Material den Betaton wiederzuerkennen (SITTIG 1957, S. 24). Unveränderte blauschwarze Schiefertone finden sich außer in größeren Tiefen nur am Südeinde des Berges in Oberflächennähe, dort etwa entlang der Isohypse 245 m. An allen andern Stellen wurde nur das veränderte Material angetroffen, auch unter den Lössen und Lößlehmen. Dieser Oxydation muß demnach ein länger andauernder Verwitterungsprozeß zugrunde liegen, der sich wegen der Lößbedeckung als früh- oder präpleistozän ausweist. Obwohl diese Erscheinung noch nirgends aus dem Breisgau bekanntgeworden ist, braucht ihre Deutung keine Schwierigkeiten zu machen, wie noch in anderem Zusammenhang erläutert werden soll (s. S. 74).

Die den Abschluß der Betatone bildende Kalkbank mit *Gryphaea obliqua* (PRATJE 1922, S. 335) konnte nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Verf. vermutet sie in einem rostbraunen, Schalentrümmer und Phosphorite führenden Kalk, von welchem einige Stücke direkt östlich vom Turm ergraben wurden (SITTIG 1957, S. 26). Er wird von oxydierten Betatonen unterlagert. PRATJE erwähnt *Echioceras raricostatum* von Lehen, so daß am Vorhandensein der oberen Abteilung des Lias β nicht zu zweifeln ist. Harte Kalkbänke wurden bei Bohrungen östlich vom Turm mehrfach angetroffen, nach Lage der Dinge handelt es sich dabei aber stets um den Davoeikalk des Lias γ . Welcher Zusammenhang zwischen diesen beiden Kalken besteht, kann nur vermutet werden. Einer Erschürfung des ohnehin nur schmalen Ausstrichbereiches dieser Zone stand die intensive Bepflanzung mit Rebkulturen im Wege. Die Deutung der spärlichen Befunde sei im folgenden Abschnitt gegeben.

Mittlerer Lias (l_m der geologischen Karte)

Auf einem begrenzten Areal östlich vom Aussichtsturm am südlichen Lehener Berg konnten weißgraue, an zierlichen clavaten Belemniten reiche Tonmergel erbohrt werden, die überall von einer Kalkbank unterlagert sind. Den Übergang zu dieser vermittelt gewöhnlich eine 20—30 cm starke Lage von einem braunen mergeligen Lehm, in welchem größere paxillose Belemniten auftreten. Die Kalkbank selbst war nicht zu durchbohren. Am Fahrweg, der vom Dorfe Lehen auf den Berg führt, war an der westseitigen Böschung (in der Gegend des Profilschnittes, s. Karte) ein 15—20 cm mächtiger (? verschleppter) Block von gelbem Kalk sichtbar, der die hier in der Nähe ausstreichende Bank anzeigte. Stücke des Kalkes finden sich auch vereinzelt auf den Rebäckern oberhalb des Fahrweges. Dieser Kalk ist hellgrau-gelblich, sehr dicht und führt große Belemniten (*Belemnites paxillosus* SCHLOTH., *Bel. clavatus* SCHLOTH.) und *Waldheimia numismalis* LAM. Da auch ein *Productylioceras davoei* (SOW.) gefunden werden konnte (SITTIG 1957, S. 29), liegt hier sicher der Davoeikalk vor. Über das Liegende sind mangels Aufschlüssen keine sicheren Angaben möglich. Nach den Ver-

hältnissen am südlichen Schwarzwaldrand (BERG 1961, S. 23, GENSER 1959, S. 74) ist hier noch der Komplex der Obliqua-Cymbium-Bänke in einer Mächtigkeit von etwa 0,50 m zu erwarten. Merkwürdigerweise finden sich aber in dem ganzen Gebiet keine Anzeichen für einen so mächtigen Kalkmergelkomplex. Da andererseits die Horizonte durch Fossilfunde belegt sind (GUENTHER 1935, S. 36, bestimmte u. a. aus Lesesteinen *Aegoceras brevispina* SOW., *Gryphaea cymbium* LAM. und *Aegoceras maculatum* Y. & B., PRATJE 1922, S. 347, nennt *Ophioceras raricostatum* ZIET.), muß man vielleicht mit einer etwa anderen petrographischen Ausbildung des Profils an der Beta-Gamma-Grenze rechnen. Nach den Bohrbefunden darf mit Sicherheit bisher nur die Existenz einer einzigen Kalkbank behauptet werden, und diese entspricht dem Davoeilager. Sie wird nach dem Ergebnis einer Grabung von knapp 25 cm rostigem mulmartigem Mergel unterlagert. Tiefer folgen schmierige Tone mit Toneisensteinen, ihrem Habitus nach oxydierte Betatone. Es fehlt also hier das dünne Kalkbänkchen, welches oben mit Fragezeichen als Vertretung der Obliquabank angesprochen wurde. Man hätte demnach den Komplex der Obliqua-Cymbium-Bänke in jenen 25 cm von rostigem Mergel unter der Davoeibank zu suchen und käme für den ganzen Bereich von der Obliquabank bis zur Obergrenze des Lias γ auf nur 60—75 cm einschließlich der Mulmlage über der Davoeibank, die nach der ähnlichen Ausbildung der Profile in Südbaden noch zum Lias γ zu ziehen ist.

Die Möglichkeit einer so starken Reduzierung des Oberbeta und Gamma darf wohl ins Auge gefaßt werden, seit durch LUTZ (1958, S. 81 ff.) mindestens zwei Emersionslagen in diesem Bereich des Profils für den Schwarzwaldrand südlich von Freiburg nachgewiesen worden sind. Diese liegen an der Basis von PRATJES Obliquabank und an der Basis des Lias δ etwas über dem Lager des *Productylioceras davoei*. Sie weisen sich lithologisch an den bezeichnenden Merkmalen aus (angebohrte Kalkgerölle, rostbraun oxydierte Mergel, Phosphoritanreicherungen) und sind auch faunistisch zu belegen. Ohne Zweifel dürfen die mulmartigen Mergelhorizonte unter und über dem Davoeikalk am Lehener Berg ebenfalls als Aufarbeitungslagen gedeutet werden. Auch eine Belemnitenanhäufung über dem Davoeikalk ist vorhanden, was eine Parallele zu den von LUTZ mitgeteilten Beobachtungen darstellt. Dem widersprechen auch nicht die Fossilfunde von PRATJE und GUENTHER: da alle Funde an Lesesteinen gemacht wurden, bleibt es unbewiesen, daß sie getrennte Horizonte einhalten und nicht etwa Faunenmischungen vorliegen. Solches konnte BERG (1961, S. 22 f.) bei Haus Baden unweit Badenweiler an dem Zusammenauftreten von *Productylioceras davoei* mit *Amaltheus margaritatus* beobachten und damit die Auffassung einer Sedimentunterbrechung und teilweisen Aufarbeitung an der Grenze Lias γ zu Lias δ weiter erhärten. In Lehen wäre eine Faunenmischung in der erwähnten dünnen Mulmlage unter dem Davoeikalk möglich, welche hier allem Anschein nach den Komplex der Obliqua-Cymbium-Bänke vertritt. Die ver-

schiedenen Funde GUENTHERS und PRATJES, soweit sie diese Zone betreffen, müssen dann aus diesem Emersionshorizont stammen, in welchem nur stellenweise bankartige Verhärtungen auftreten, wie der rostbraune phosphoritische Kalk direkt östlich vom Turm (s. S. 71) anzeigt. Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die Vertretung des Lias β_{2+3} und Lias γ in Lehen noch stärker reduziert erscheint als im südlichen Breisgau.

Die hangenden Belemnitenmergel dürfen in Anlehnung an die Profile der südlichen Nachbargebiete (BERG 1961, GENSER 1959) bereits zum Lias δ gerechnet werden. Sie stellen nur noch einen Erosionsrest von 2—2,5 m Mächtigkeit dar, wobei die Belemniten nach oben an Zahl abnehmen und die Mergel dunkler werden.

Davoeikalk und Belemnitenmergel sind auf der Karte als Mittlerer Lias zusammengefaßt worden. Die Grenze gegen den Lias β ist rein nach dem lithologischen Wechsel von den Betatonen zu der hangenden Kalk-Mergel-Folge gezogen worden. Eine stratigraphisch bestimmte Grenzlegung, die nach LUTZ (1958, S. 85 f.) im obersten Teil der Obliqua-Cymbium-Bänke vorzunehmen ist, würde bei den in Lehen gegebenen Verhältnissen sowieso nichts am Kartenbild ändern.

Das am Turm nachgewiesene Vorkommen von Mittlerem Lias scheint das einzige am Lehener Berg zu sein. PRATJES Vermutung, daß der Gammakalk auch am nordöstlichen Ende (Humberg) zu finden sei, trifft nicht zu. Auch das Vorhandensein von Costatenkalken des Lias δ kann verneint werden. Sie sind bereits abgetragen. Mitunter gefundene Stücke (GUENTER 1935, S. 36) könnten als Erosionsrelikte betrachtet werden, viel wahrscheinlicher ist aber ihre Herleitung aus den tertiären Aufarbeitungsbreccien, die stellenweise an der Lößauflagerungsfläche als Zeugen einer tertiären Landoberfläche entwickelt sind (s. S. 74). Diese Breccien haben auch Reste der Deltafauna (*Amaltheus margaritatus* MONTF.) konserviert, die ursprünglich in verkiesstem Zustand vorgelegen hat und jetzt in Brauneisen umgewandelt ist (SITTIG 1957, S. 29).

Oberer Lias sowie Dogger und Malm treten am Lehener Berg nicht mehr auf. Hinsichtlich des von SCHILL (1862, S. 27) vertretenen Eisenooliths (Dogger β) wurde oben eine andere Deutung erörtert (s. S. 64). Vom Tertiär finden sich am Lehener Berg nur dürftige Reste terrestrischer Ablagerungen, die unten besprochen werden sollen.

Tertiär

Der Basalt von Lehen

Als eine Bildung der Tertiärzeit (Mittel-Ober-Miozän) ist der aus früheren Darstellungen (WALCHNER 1832) bekanntgewordene Basaltgang am Südrand des Lehener Berges beim Dorfe zu nennen. Er ist schon bald ein ganzes Jahrhundert nicht mehr aufgeschlossen und seiner Lage nach heute vergessen. In alten Karten (SCHILL 1862) ist er zwar eingezeichnet, doch erlaubt die

großmaßstäbliche Darstellung nicht die Wiederauffindung. WIMMENAUER (1952) untersuchte Lesesteine und bestimmte an diesen einen melilith-führenden Olivinbasalt. Der Lehener Basalt ist also petrographisch und wohl auch zeitlich an die vielen anderen Vorkommen des Breisgauer (WILCKENS 1908) anzuschließen.

Tertiäre Krustenkalke und Aufarbeitungsbreccien

Die auffällige Verebnung, die den Lehener Berg überzieht und auf welcher sich die jungpleistozänen Löss abgelagert haben, ist das Stück einer alten Landoberfläche, welche RUTTE (1950) in ihrer Ausgestaltung als altpleistozän datiert. Auf dieser alten Landoberfläche finden sich unzusammenhängende, terrestrisch entstandene Kalkabsätze, die nach ihrer Struktur, der Farbe und der Natur der vorhandenen Fremdeinschlüsse recht verschieden ausgebildet sein können: Strukturell zu unterscheiden sind einerseits mehr konkretionär oder massig entwickelte gelbe Kalke, die z. T. äußere Ähnlichkeit mit Lößkindeln besitzen², andererseits Typen von deutlich flächenhafter krustenartiger Ausbildung mit einem Lagengefüge, welchem ein negativ-geopetales Wachstum zugrunde liegt, wie der Querbruch zeigt. An diesen Typen ist eine gewisse Abhängigkeit der Färbung vom Untergrund festzustellen (Rot- bzw. Grünfärbung auf entsprechenden Keupermergeln). Sehr bunt wird das Aussehen der Kalke durch den Gehalt an verschiedenartigsten organischen und anorganischen Einschlüssen. Diese umfassen vollständige oder zerbrochene Schalen und Steinkerne der Vertreter der Liasfauna von den Angulatschichten bis zu einigen Formen des Lias δ (*Amaltheus margaritatus!*), also auch Bestandteile einer heute größtenteils abgetragenen Stufe des Lias. Sodann Bruchstücke von Angulaten- und Arietenkalken, Kalken des Lias γ und wohl auch des δ , vielleicht sogar des ε (PRATJE 1922), plattige und kugelige Toneisensteingeoden (im Anstehenden in den oxydierten Betonen verbreitet, s. S. 70), Bohnerzknöllchen, Bröckchen von Keupermergeln, seltener von Rätsandstein und auch einzelne Quarzkörner. Ein hoher Gehalt an Einschlüssen kennzeichnet die konkretionären und massigen Typen, welche z. T. die Bezeichnung Breccien verdienen. Ferner lassen sich Beziehungen zum Untergrund erkennen: Die Breccien stellen den verkitteten Schutt verschiedener Liasstufen dar und liegen auch heute noch stets auf Lias. Die lagig struierten Krustenkalke sind besonders auf Keuper verbreitet, wo sie das Anstehende als Rinde überziehen.

Alle diese Bildungen sind in ihrem Auftreten an die alte Landoberfläche gebunden, welche vor allem unter der mächtigen Lößdecke konserviert ist. Auf den von Löß nicht bedeckten Teilen des Lehener Berges finden sie sich nur noch sporadisch. Sie stellen ihrer speziellen Ausbildung nach entweder sinterähnliche Kalkabsätze auf blankem Anstehenden oder

² Typen solcher Art sind im südlichsten Teil der Lehmgrube, eingebettet in ortsfremden Ton, auf den austreichenden Angulatschichten verbreitet (SITTING 1957, S. 35).

Kalkverkittungen von mechanischem Verwitterungsschutt, also terrestrische Aufarbeitungsbreccien dar. Die konkretionären Kalke sind vielleicht z. T. echte Lößkindel, im übrigen sind die beschriebenen Kalke rein phänomenologisch mit den Bohnerzkalcken und Boluskonkretionen (RUTTE 1951, S. 26 f.) zu vergleichen. Über eine Vergleichbarkeit in der Entstehung ist damit aber noch nichts ausgesagt. RUTTE waren diese Absätze am Lehener Berg offenbar nicht bekannt, und es wäre interessant, zu wissen, ob er sie zu den von ihm beschriebenen Erscheinungen des fossilen Karstes rechnet. Man findet in Lehen keinen Bolus, was sich natürlich mit dem primären Fehlen von größeren verkarstungsfähigen Kalkmassen erklären ließe. Es wäre denkbar, daß die oberflächliche Oxydierung der Betatone einen Parallelvorgang zur Rotlehmverwitterung der Kalke darstellt. Da die hierbei sich herausbildenden roten und braunen Toneisensteine (s. S. 70) massenhaft in den Breccien auftreten, muß der Prozeß der Betatonverwitterung dem der Kalkbreccienbildung entweder nebenher oder unmittelbar voraus verlaufen sein. Inwieweit die Aufbereitung des Untergrundes und die Bildung der Krustenkalke und der In-situ-Breccien nur Teile ein und desselben exogen-dynamischen Geschehens sind, bleibt dahingestellt. Aber selbst wenn die Vorgänge zum fossilen Karst des Breisgautals im weitesten Sinne gerechnet werden, ist ihre Datierung ins Altpleistozän keine Notwendigkeit, weil der Jüngere Karst nach RUTTE (1951, S. 40) das Ergebnis einer bereits im Mio-Pliozän einsetzenden Entwicklung ist. Die Füllungen der Karstschlotten sind Projektionen der Residualprodukte älterer Landoberflächen auf das tiefere Karstniveau (RUTTE 1951, S. 41). Nun liegen in Lehen die Verhältnisse insofern anders, als hier die Rückstandsbildungen auf der Landoberfläche selbst liegen, und diese ist nach RUTTE (1950, S. 104) dem altpleistozänen „Hecklinger Niveau“ (240 m) zuzuordnen. Will man bei einer Datierung der Ablagerungen ins Tertiär (? Pliozän) bleiben — und die allgemeine Erscheinungsform der Kalke spricht dafür —, so gibt es nur zwei Möglichkeiten: entweder sind die Sedimente als Zeugen einer älteren Landoberfläche auf eine jüngere hinab-„projiziert“ oder die Verebnung des Lehener Berges ist tatsächlich älter und durch eine altpleistozäne Tektonik in die Höhenlage altpleistozäner Niveaus gebracht worden. Diese Möglichkeit gibt RUTTE selbst zu (1951, S. 34). Eine Entscheidung in dieser Frage kann von hier aus nicht erfolgen, weil sie die Einbeziehung des ganzen von RUTTE eingehend behandelten Themenkreises voraussetzt. Hier soll nur auf das Beobachtungsmaterial hingewiesen werden, welches in der Literatur bisher unerwähnt geblieben ist.

Pleistozän

Lösse und Lößlehme

Die Schichtenfolge des Lehener Berges schließt nach oben mit einer diskordant auflagernden Decke von jungpleistozänen Lössen und Lößlehmen ab. Diese verhüllen die Westseite des Hügels ganz und scheinen dort lokal sehr

hohe Mächtigkeiten (10 m und mehr) zu erreichen, während sie nach Osten entlang der Scheitellinie des Hügels rasch auskeilen, so daß der Osthang nahezu frei davon ist. Einen Einblick in das Profil dieser Ablagerungen gewähren die zahlreichen Anschnitte in der Lehmgrube, welche sich zu einem Gesamtprofil koordinieren ließen. Danach ist mächtiger **Ä l t e r e r L ö ß - l e h m** (verlehmt Oberer Älterer Löß, SOERGEL 1919) sowie **U n t e r e r** und **O b e r e r J ü n g e r e r L ö ß** (Würm 1 und 2, SOERGEL 1919) vorhanden. Der Untere Jüngere Löß ist ebenfalls größtenteils verlehmt. Interessant ist ferner mächtiger gleitartig vergrauter Schwemmlöß, der nach seiner Lage im Profil dem Würm-1-Löß zuzuordnen ist. Allem Anschein nach hat dieser Schwemmlöß in stark vernästem Zustand die Rutschkatastrophe in der Lehmgrube vom Frühjahr 1952 (SAUER 1954) verursacht. Bezüglich weiterer Einzelheiten über das interessante Lößprofil der Lehmgrube sowie über das holozäne Rutschgeschehen muß auf SITTING (1957) verwiesen werden.

Die Lagerung

Durch die Aufnahmen des Verf. konnte das Bild von der Lagerung der Lehener Keuper-Lias-Scholle gegenüber früheren Darstellungen (WILSER 1933, GUENTHER 1935) wesentlich verfeinert werden. Es sei gleich vorweggenommen, daß die alte Auffassung einer schwach nach Osten geneigten Scholle die wirklichen Verhältnisse nur stark vereinfachend gesehen hat. Die Folgerungen, welche WILSER (1933, S. 139) daraus für den Bau des Untergrundes der Stadt Freiburg zog, haben sich inzwischen als nicht zutreffend erwiesen (ERB 1958). GUENTHER vermutete als einzige Modifikation des einfachen Lagerungsbildes eine „flexurartige Abbiegung oder . . . einen Bruch in der Mitte des Berges“, an welchem „der SO-Teil des Berges gegen den NW-Teil gehoben“ sei. Auch diese Annahme trifft nicht zu. Vielmehr zeigt der Lehener Berg einen **antithetischen Schollenbau an rheinisch gerichteten Sprüngen**, der trotz einer Vergitterung mit herzynisch gerichteten Verwerfungen nichts von seiner Klarheit eingebüßt hat. Die Tatsache, daß diese rheinischen Sprünge größtenteils nur sehr kleine Sprunghöhen aufweisen, ändert nichts an diesem Baustil.

Dieser Schollenbau konnte erst in jüngster Zeit bei Neubegehungen klar erkannt werden. In seinem früheren Kartierungsbericht (SITTING 1957) hatte der Verf. zwar schon eine Reihe von Verwerfungen festgestellt, doch wurde gerade der rheinische Charakter der Tektonik nicht gebührend gewürdigt. So war die Existenz jener Störung, welche den nördlichen Berg zerlegt, nur Gegenstand vorsichtiger Vermutungen. Sie kann jetzt als gesichert angesehen werden: Im Waldgebiet am Humberg äußert sie sich in einer Schleppung der Schichten (22° Einfallen), wie ein Schurf an der Keuper-Lias-Grenze dort erkennen ließ (SITTING 1957, S. 49). Etwas weiter südlich verwirft sie Betatone gegen Arietenkalke. Ihre Sprunghöhe wird hier auf 7 m veranschlagt. Die Lößdecke verschleiert ihren weiteren Verlauf nach Süden, doch läßt das Kartenbild die Annahme zu, daß sie über die Ziegelei hinaus am Westrand des Berges entlangzieht und in diesem Bereich den Lehener Berg nach Westen tektonisch begrenzt (s. Karte). Diese Möglichkeit soll noch unten diskutiert werden. Interessant

ist auch ihre theoretische Verlängerung nach Norden, wo sie sich in den gradlinigen Ostrand des südöstlichsten Zipfels des Nimberges fortzusetzen scheint (s. Bl. 7912 — Eichstetten der topogr. Karte 1 : 25 000). Vielleicht bestehen auch hier tektonische Zusammenhänge. — Die ihr im Nordwesten vorgelagerte Parallelstörung wird postuliert nach den Mitteilungen von SAUER (1960), wonach die Bohrungen des Autobahnramtes an der NW-Seite des Berges Schichten des unmittelbar Hangenden des Schilfsandsteins (km 2) in einer Höhenlage von 208 bis 220 m + NN angetroffen haben. Letzterer muß also hier noch tiefer liegen. Da am Humberg die Schilfsandsteinoberkante schon in 230 m + NN angenommen werden kann (s. S. 64), scheint der NW-Teil des Lehener Berges eine mindestens 10 bis 20 m tiefer abgesenkte Scholle darzustellen. Dieses Bild fügt sich gut in das allgemeine tektonische Schema ein, welches die Lehener Scholle beherrscht, wie weiter unten noch ausgeführt werden soll. Genaue Lage und Verlauf dieser Störung konnten allerdings nirgends festgestellt werden. — Zwei weitere rheinische Sprünge im südlichen Lehener Berg wurden bereits im ersten Kartierungsbericht erläutert (SITTIG 1957, S. 51 f.). Deren einer schneidet den Berg in der Nähe des Aussichtsturmes. Er folgt etwas mehr der Nordostrichtung (40°) und verwirft Lias γ im Westen gegen Betatone im Osten. Die Sprunghöhe ist nicht bekannt; sie kann auf 5 bis max. 10 m geschätzt werden. Ferner ein kleiner rheinischer Sprung hart am S-Rande des Berges, an welchem eine Scholle von Arietenkalken zerbrochen ist. Der Verwurf scheint sehr gering zu sein (1 bis 2 m), ist aber mit einem Abkippen der östlichen Scholle um 6° nach Osten gegenüber der westlichen Scholle verknüpft. Über die Nordfortsetzung dieser Verwerfung besteht keine Klarheit, vermutlich stößt sie an einer hier durchstreichenden Querstörung ab (s. Karte).

Diese rheinischen Sprünge zerlegen die Lehener Keuper-Lias-Scholle in schmale Schollenspäne, welche sich an den sie begrenzenden Verwerfungen nur leicht im Sinne einer antithetischen Treppe verstellt haben (s. die Querprofile auf der Karte). Mit Ausnahme der Humbergsscholle, die einen schmalen Horst darstellt, hat jeder dieser Schollenspäne eine Drehung in der Weise ausgeführt, daß seine Westflanke etwas angehoben, sein Ostflanke etwas abgesenkt wurde; denn alle Schollen fallen nach Osten ein (s. S. 80). Da die Sprunghöhen im allgemeinen nur gering sind, kann dieser Schollenbau leicht übersehen werden, und der ganze Berg erscheint einheitlich schwach nach Osten geneigt, wie es die älteren Autoren tatsächlich gesehen haben. Offenbar ist diese Ostneigung des Lehener Berges aber nur ein Ausdruck des antithetischen Schollenbaus. Eine Abweichung von diesem Schema stellt nur jener schmale, zum Humberg streichende Schollenspan dar, welcher Horstcharakter hat. Er ist ebenfalls ganz leicht nach Osten geneigt. Die ihn begleitenden Störungen sind hier als Abschiebungen gedeutet, wenn es auch nicht streng bewiesen werden kann. Hier wird das CLOOSSsche Prinzip einer „Seitendehnung mit einem Minimum vertikaler Arbeit“, das den antithetischen Schollenbau kennzeichnet, einmal durchbrochen. Doch ändert das letzten Endes nichts am Gesamtbilde, welches die Zerlegung einer Sedimentplatte unter dem Einfluß eines Zerrungsvorganges widerspiegelt.

Der rheinische Schollenbau wird nun, wie Verf. schon früher zeigte (SITTIG 1957, S. 51) von herzynisch gerichteten Brüchen gekreuzt. Diese

schneiden die rheinischen Strukturen wenigstens an einer Stelle nachweislich ab (s. unten).

Der südlichste dieser herzynischen Brüche streicht 110° und verwirft die den Südrand des Lehener Berges bildenden Arietenkalke gegen Betatone im Norden (s. Karte). Die Sprunghöhe beträgt etwa 10 m. Ein weiterer in herzynischer Richtung streichender Bruch muß für die Mitte des Lehener Berges angenommen werden, allerdings nicht, wie GUENTHER (1935, S. 37) forderte, nach N abschiebend, sondern umgekehrt. Diese Störung konnte zwar nirgends aufgeschlossen werden, doch ist ihr Vorhandensein mit einiger Wahrscheinlichkeit abzuleiten: Sie bedingt das auffällige Einwärtsspringen der westlichen Umrißlinie des Berges bei der Ziegelei, wodurch der rheinisch gerichtete Humberghorst abgeschnitten wird (s. Karte). In ihrem weiteren Verlauf nach Osten wird sie unter dem großen Rutschgebiet der Lehmgrube vermutet, welches wahrscheinlich ursächlich mit ihr verknüpft ist. Ferner besteht der Verdacht, daß das kleine Vorkommen von Lias γ am Turm seine nördliche Begrenzung an dieser Störung findet. Ein nennenswerter Abschiebungsbetrag scheint allerdings hier nicht vorzuliegen, wenn man die Höhenlage der Keuper-Lias-Grenze in der Ziegelei mit jener vom Waldgebiet östlich der Humbergstörung vergleicht (weitere Störungen ausgeklammert). Anders im Schottergebiet westlich der Ziegelei, wo an dieser Querstörung der Humberghorst abbricht und eine große Versenkung des mesozoischen Gebirges stattgefunden hat, über deren Ausmaß vorläufig jeder Hinweis fehlt.

Eine dritte herzynische Störung hatte Verf. früher (1957, S. 50) etwas südlich vom Turm angenommen. Eine Überprüfung der wenigen Indizien im Gelände erbrachte aber, soweit überhaupt durchführbar, keine Gewißheit über ihr Vorhandensein, so daß sie in die anliegende Karte nicht mehr aufgenommen wurde.

Der Nachweis herzynisch gerichteter Störungen am Lehener Berg ist nicht überraschend, da solche Elemente am tektonischen Aufbau der Freiburger Bucht ebenso beteiligt sind wie die rheinischen. Nach GUENTHER (1935) liegt der Lehener Berg in einer herzynischen Querbruchzone, welche sich im unruhigen Randschollenbau entlang der Hauptverwerfung zwischen der Röte bei Freiburg im Norden und der Uffhausen-Au-Störung am Schönberg im Süden erkennen läßt. Herzynisch gerichtete Störungen werden hier für ein stärkeres Zerbrecen der Randschollen im Raume Freiburgs verantwortlich gemacht (GUENTHER 1935, S. 56 ff.). Sie sind, teilweise durch Kluftmaxima, auch im Grundgebirge des Freiburger Schloßberges von STELLRECHT (1958) nachgewiesen worden. In der offenen Freiburger Bucht waren sie bisher nur am Nimberg zu beobachten (GUENTHER 1935, S. 56), wo sie ziemlich steil herzynisch (140° — 150°) verlaufen.

Was kann nun aus dem Bau der Lehener Scholle hierzu Neues abgeleitet werden? Die den Lehener Berg querenden herzynischen Brüche streichen flacher (110° — 125°), was sich weitgehend mit den klufttektonischen Beobachtungen von STELLRECHT (1958) deckt, welcher am Freiburger Schloßberg die 110° — 115° -Richtung als am dichtesten besetzt erkannte. Es verdient nun hervorgehoben zu werden, daß die herzynischen Brüche den rheinischen Schollenbau des Lehener Berges zwar kreuzen und stellenweise auch abschneiden, aber sonst unbeeinflusst lassen. Nirgends haben nachweislich

Schollenbewegungen an den herzynischen Brüchen stattgefunden, welche den rheinischen Bau (antithetische Schollentreppe) durch andersgerichtete Verkipnungen verwischt hätten. Man gewinnt hier den Eindruck, daß die Verhältnisse in der „Querbruchzone“ GUENTHERS doch nicht so ungeordnet sind, wie GUENTHER (1935, S. 58) selbst annahm. Am Lehener Berg jedenfalls ist das „zerhackte Schollenmosaik“ nach allem, was bis jetzt erkannt wurde, von einer überraschenden Regelmäßigkeit. Über die Beziehungen zwischen rheinischen und herzynischen Störungen ergibt sich hier ein ganz bestimmter Gesichtspunkt: Die auffällige Bucht, welche der Westrand des Lehener Berges bei der Ziegelei bildet, ist ganz sicher tektonisch, u. z. durch Vergitterung rheinischer und herzynischer Linien bedingt. Hier muß ein Schollenzwickel an einer rheinischen und herzynischen Abschiebung gleichzeitig eingebrochen sein. Es war oben vermutet worden, daß die hier anzunehmende rheinische Verwerfung die Ostrandstörung des Humberghorstes nach S fortsetze. Das wird jetzt zu korrigieren sein, weil die Humbergstörung nach E, ihre südliche „Fortsetzung“ aber nach W abschiebt. Die Vermutung einer Fortsetzung ist nur in dem Sinne richtig, als hier eine rheinische Linie von anscheinend größerer Bedeutung durchläuft, wie oben angedeutet wurde (s. S. 76). Wie ist die Verbindung zwischen den beiden Stücken zu denken? Die Vergitterung mit einer herzynischen Querstörung an dieser Stelle erleichtert die Lösung dieser Frage, indem man sich die Verbindung abgeschnitten und versetzt vorstellen kann. In der Karte ist dem Rechnung getragen worden. Hat nun die herzynische Störung vorrangige Bedeutung? Offenbar nicht, denn sie hat in dem Bereich, wo sie den Berg schneidet, keine oder nur ganz geringe abschiebende Wirkung gehabt, sich hier also völlig passiv verhalten. Erst westlich davon verwirrt sie im Verein mit der rheinischen Kluft einen Schollenzwickel in größere Tiefen. Dieser Verwurf kann aber noch ganz im Rahmen rheinisch orientierter Bruchtektonik gesehen werden. Es ist denkbar, daß die langen antithetischen Schollenspäne bei ihrer Bewegung an den rheinischen Sprüngen hier und dort an herzynisch gerichteten Brüchen aufreißen und die so entstandenen Teilstücke ihre rheinischen Bewegungen in verschiedenem Ausmaß „zu Ende führen“, daß also ganz verschiedene Absenkungsbeträge resultieren, unter Beibehaltung des antithetischen Baues. Das Wesentliche an dieser Deutung ist also, wie die Rolle der herzynischen Störungen gesehen wird: Sie zerstören den rheinischen Schollenbau nicht und erzeugen kein irgendwie anders geartetes Schollenmosaik einer herzynischen Querbruchzone (GUENTHER 1935), sondern sie unterstützen die Entwicklung des rheinischen Baues, sind ihm also subordiniert. Das gilt auch für den südlichen der beiden herzynischen Brüche, wie sich aus Karte und Profil erkennen läßt.

Die hier erläuterten und auf der Karte zur Darstellung gebrachten tektonischen Verhältnisse werden den Grundzügen im Bau der Lehener Keuper-Lias-Scholle sicher gerecht werden. Es wäre aber gewagt, die Aufzählung der Störungen für vollständig zu halten. Im einzelnen kann die Schollenzer-

stückelung noch etwas größer sein, wie es der Verf. beispielsweise für das Gebiet um den Turm annehmen möchte. Nach Handbohrungen ist hier die Lagerung ziemlich verwickelt (SITTING 1957, S. 50) und läßt sich auch nicht ohne weiteres mit den in der Lehmgrube beobachteten Verhältnissen in Einklang bringen. Die starke Lößbedeckung verschleiert hier die Zusammenhänge. In der Lehmgrube fand SAUER (1954, S. 148) Anzeichen einer lebhafteren Zerhackung des Gebirges, läßt aber die Möglichkeit einer Deutung durch Rutschungsvorgänge offen. Immerhin sind die gemessenen Werte ($353\text{--}355^\circ$ Streichen) von einigem Interesse, weil damit eine ganz neue Richtung angezeigt würde.

Im Anschluß seien die vom Verf. gemessenen oder berechneten Streich- und Fallwerte der verschiedenen Teilschollen zusammengestellt:

Humberg — Horstscholle: Fast horizontal, an der Ostrandstörung abgeschleppt; Waldgebiet — Rätasstrich: $30\text{--}40^\circ / 1\text{--}2^\circ$ SE; Lehmgrube — Rätasstrich: Str. nicht meßbar, Fallen $1\text{--}2^\circ$ E; Gebiet am Turm — Lias γ : $25\text{--}30^\circ / 7\text{--}8^\circ$ E; Am Ortsrand von Lehen — Arietenkalke W der rheinischen Störung: Str. unsicher (rheinisch), Fallen $3\text{--}4^\circ$ E; Brunnenschacht Haus Kirchstr. 17 (R 34 1066 H 53 2068) — Arietenkalke: $45^\circ / 10^\circ$ SE.

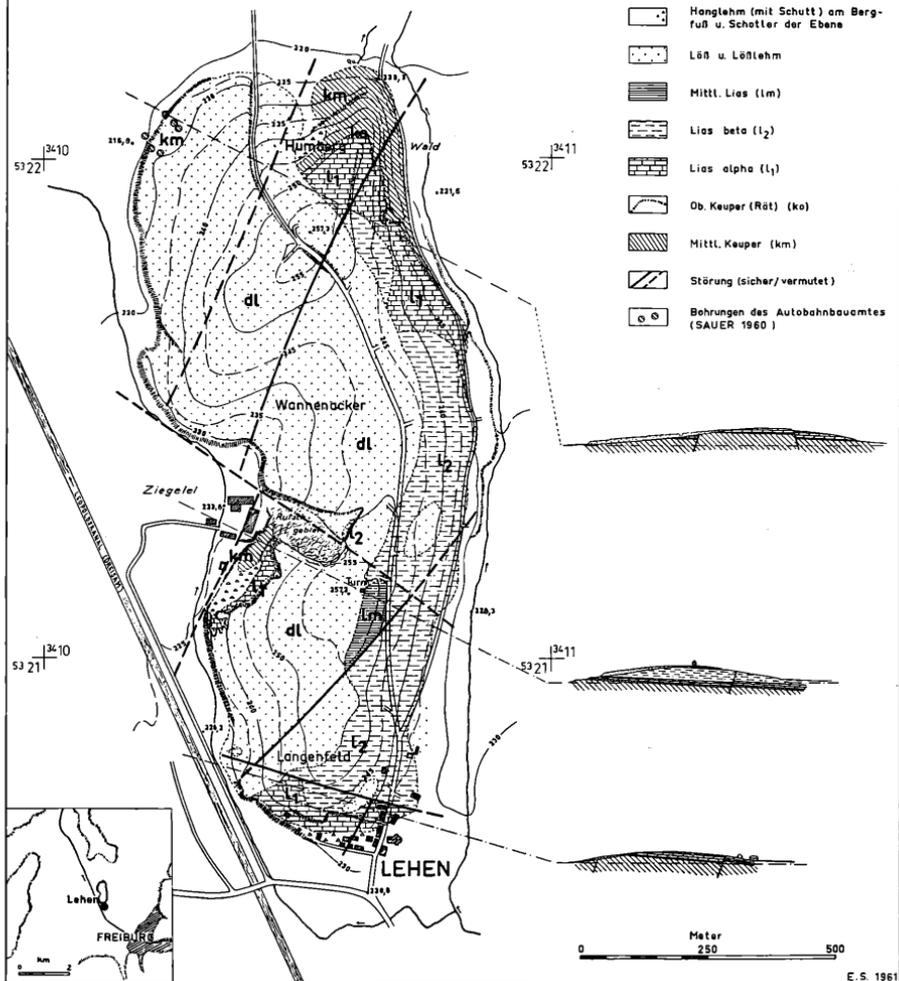
Angeführte Schriften

- BERG, D.: Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse der Sedimentschollen am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Haus Baden (bei Badenweiler) und Kandern. — Diplomarb. (Geol.), masch.-schr., 105 S., Freiburg i. Br. 1958.
- Geologie des Schwarzwaldrandes zwischen Badenweiler und Kandern. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **51**, 1, S. 5—40, 1 Karte, Freiburg i. Br. 1961.
- ERB, L.: Eine tektonische Hochscholle unter dem Dreisamtschuttkegel im Stadtgebiet von Freiburg i. Br. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F. 7, S. 187—189, Freiburg i. Br. 1958.
- FROMHERZ, C.: Die Juraformation des Breisgaaues. — 51 S., 2 Taf., Karlsruhe 1838.
- GENSER, H.: Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse des nördlichen Teils der Sulzburger Vorbergzone. — Diplomarb. (Geol.), masch.-schr., 67 S., 1 Abb., 1 Taf., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1957.
- Stratigraphie und Tektonik der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **49**, S. 59—112, 2 Abb., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1959.
- GENSER, H., & SITTING, E.: Neue geologische Untersuchungen am Gaisbühl bei Freiburg i. Br. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **48**, S. 139—145, 2 Abb., Freiburg i. Br. 1958.
- GUENTHER, E.: Der geologische Aufbau der Freiburger Bucht. — Bad. geol. Abh., **7**, S. 10—64, 3 Karten, 2 Profile, Karlsruhe 1935.
- LANGE, W.: Die Ammonitenfauna der Psilocerasstufe Norddeutschlands. — Paläontographica **43**, A, S. 1—192, 138 Abb., 3 Tab., Taf. 1—20, Stuttgart 1941.
- LEONHARD, G.: Geognostische Skizze des Großherzogtums Baden. — 2. Aufl., 168 S., 1 Karte, Stuttgart (Schweizerbart) 1861.
- LUTZ, M.: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen am südwestlichen Schwarzwaldrand. — Diss. (naturwiss.), masch.-schr., 114 S., 1 Profiltafel, 2 Karten, Freiburg i. Br. 1958.

- MERIAN, P.: Beiträge zur Geognosie. — Bd. 2, 270 S., Basel 1831.
- v. OEYNSHAUSEN, C., v. DECHEN, H., und v. LA ROCHE, H.: Geognostische Umriss der Rheinländer zwischen Basel und Mainz. — Bd. 2, 443 S., Essen 1825.
- PRATJE, O.: Lias und Rät im Breisgau. I. — Mitt. bad. geol. Landesanst., 9, S. 277—352, Heidelberg 1922.
- Der Fossilinhalt der Rät- und Liasreste am westlichen Schwarzwaldrande. (Lias und Rät im Breisgau. II). — Geol. Archiv, 1, S. 196—258, Königsberg 1923.
- Die Juratransgression im Bereich von Schwarzwald und Vogesen. — 57 S., 1 Faltkarte, Frankfurt a. M. (Ehrig-Verlag) 1924.
- PFANNENSTIEL, M.: Das südliche Rheintal an der Zeitwende von Rät und Lias. — Geol. Rundsch., 23, S. 38—56, 1 Abb., Stuttgart 1932.
- RUTTE, E.: Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 40, S. 23—122, Freiburg i. Br. 1950.
- Der fossile Karst der südbadischen Vorbergzone. — Jber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N. F. 33, S. 1—43, 5 Abb., Stuttgart 1951.
- SAUER, K.: Geologische Exkursion zum Lehener Berg. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F. 6, S. 147—149, Abb. 12 u. 13, Freiburg i. Br. 1954.
- Einige geologisch aufschlußreiche Bohrungen in Freiburg i. Br. und seiner weiteren Umgebung. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F. 7, S. 423—433, Freiburg i. Br. 1960.
- SCHALCH, F., & PEYER, B.: Über ein neues Rätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges. — Mitt. bad. geol. Landesanst., 8, S. 261—315, 3 Abb., Taf. 29—34, Heidelberg 1920.
- SCHILL, J.: Geologische Beschreibung der Umgebungen der Bäder Glotterthal und Suggenthal. — Beitr. z. Statistik d. inn. Verwalt., 12, 72 S., 1 Karte, Karlsruhe 1862.
- SITTIG, E.: Geologie des Lehener Berges bei Freiburg i. Br. — Diplomarb. (Geol.), masch.-schr., 55 S., 3 Taf., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1957.
- SOERGEL, W.: Löss, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. (Eine Gliederung und Altersbestimmung der Löss.) — 177 S., 14 Abb., 1 graph. Darstellung, Jena 1919.
- STEINMANN, G., & GRAEFF, FR.: Geologischer Führer der Umgebung von Freiburg. — 141 S., Freiburg i. Br. (Mohr) 1890.
- STELLRECHT, R.: Tektonik am Schloßberg bei Freiburg i. Br. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 48, S. 119—138, 4 Taf., Freiburg i. Br. 1958.
- STRÜBIN, K.: Neue Aufschlüsse in den Keuper-Lias-Schichten von Niederschönthal (Basler Tafeljura). — Eclogae geol. Helv. 7, S. 119—123, Lausanne 1901—1903.
- WALCHNER, FR. A.: Handbuch der gesamten Mineralogie. Bd. 2 (Geognosie). — 1104 S., 11 Taf., Karlsruhe (Groos) 1832.
- WILCKENS, O.: Über die Verbreitung der Basaltgänge in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. — Cbl. Mineral. 1908, S. 261—270, 3 Abb., Stuttgart 1908.
- WILSER, J. L.: Die tektonische Lage von Freiburg im Breisgau. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 32, S. 133—143, 2 Karten, 1 Profil, Freiburg i. Br. 1933.
- WIMMENAUER, W.: Petrographische Untersuchungen an einigen basischen Eruptivgesteinen des Oberrheingebietes. — Neues Jb. Mineral., Abh. 83, S. 375—432, Stuttgart 1952.

Geologische Karte des Lehener Berges bei Freiburg i. Brsg.

entworfen nach eigenen Aufnahmen
von E. SITTIG



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1962

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Sittig Eberhard

Artikel/Article: [Der geologische Bau des Lehener Berges bei Freiburg i. Br 59-82](#)