

*Jugr. Mercurius*

*N<sup>o</sup> 12*

# Geologischer Anschauungsunterricht

in der  
Umgebung von Wien.

Von  
Dr. Franz X. Schaffer.

*L 1953*

Mit 43 Figuren im Text.

Wien.  
Franz Deuticke.  
1912.

---

Verlags-Nr. 1974.

---

Druck von Rudolf M. Rohrer in Brünn.

## Vorwort.

---

Die Naturwissenschaft, die früher ein streng von dem Alltagsleben geschiedener, stolz hochragender Bau gewesen ist, gewinnt seit Jahren eine immer breitere Grundlage. Wie ihre Spitze nach oben wächst, so verbreitet sich gleichzeitig ihr Fundament in rasch sich erweiternden Kreisen. Bei der so jungen Wissenschaft der Geologie ist dieses Wachstum und diese gleichzeitige Ausbreitung noch viel kräftiger als bei den anderen Disziplinen, da noch überall neue Gebiete, neue Forschungsrichtungen ihrer Erschließung harren und da gerade die Kenntniss unserer Mutter Erde begreiflicher Weise das allgemeinste Interesse findet. Bei keiner andern Naturwissenschaft ist aber der Beginn der Erkenntniss so sehr an die Naturanschauung geknüpft und bei keiner andern steht eine theoretische Einführung oder selbst die übliche Unterstützung des Vortrages im Hörsaal durch bildliche Darstellung so im Widerspruche mit dem Erfordernis. Die Lehrbücher der Geologie, die die landläufige Bildung vermitteln,

#### IV

gehen meist rasch über die Grundbegriffe hinweg, die sie teilweise voraussetzen und deren Erläuterung in toten Buchstaben sehr schwierig ist. Und gerade diese wichtigen Anfangsgründe sollten mit der Klarheit dargelegt werden, die nur die Anschauung bieten kann. Ein gelungener Versuch in dieser Richtung ist von Joh. Walther in seiner „Vorschule der Geologie“, Jena 1905, und in der „Geologischen Heimatskunde von Thüringen“, Jena 1902, gemacht worden, die beide schon in neueren Auflagen erschienen sind und dadurch die Richtigkeit ihrer Methode erwiesen haben.

Mein Versuch einer Einführung in die Grundbegriffe der Geologie ist für alle Freunde dieser Wissenschaft berechnet, besonders aber als Vorschule für Studierende, die den Hörsaal von der Mittelschule aus fast durchwegs mit einem empfindlichen Mangel an Anschauung in der Natur betreten, die ihnen der Lehrer nach der Zeiteinteilung der Hochschule nicht gleich bei Beginn der Studien vermitteln kann.

In diesem Büchlein soll es unternommen werden, auf rein induktivem Wege an der Hand des in der Nähe unserer Stadt Gebotenen alles das in die Sprache unserer Wissenschaft zu übertragen, was man auf Spaziergängen und Ausflügen beobachten kann. Und Wien ist darin reicher als irgendeine andere Großstadt der Welt.

Ich gehe dabei von der Ansicht aus, daß man sich damit einen doch einigermaßen umfangreichen



Wissensschatz aneignen kann. Die Lücken, die naturgemäß dabei noch offen bleiben und einige der wichtigsten Abschnitte der Geologie umfassen, wie die Lehre vom Vulkanismus u. a., können leicht aus den allgemein zugänglichen Werken ergänzt werden. Ihre Berücksichtigung könnte hier nur als ein vom Grundzuge der Darstellung abweichendes fremdes Glied empfunden werden.

Wie es die angewandte Methode mit sich bringt, mußte öfter eine Wiederholung zugelassen werden, die aber gewiß ihren Zweck erfüllen wird, dem Anfänger manche der Grundbegriffe besser einzuprägen. Um ihn mit der fachgemäßen Ausdrucksweise vertraut zu machen, sind deswegen die termini technici stets im Drucke hervorgehoben worden. Wenn es nötig schien, sind sie noch weiter erläutert oder definiert worden. Es empfiehlt sich, die Exkursionen in der Reihenfolge auszuführen, wie sie geschildert sind, da die primitivsten Fachbegriffe zu Anfang behandelt werden und später bisweilen Bezug auf die vorhergehende Darstellung genommen wird.

Die Abbildungen sind mit Absicht nach ziemlich groben Skizzen gemacht worden, um als Vorlagen für eine Darstellung des Beobachteten zu dienen.

Zum weiteren Studium der auf diesen Ausflügen besuchten Gegenden empfehlen sich meine „Geologie von Wien“, Wien 1904—1906, „Geologischer Führer für Exkursionen im inneralpinen Becken der nächsten

Umgebung von Wien“ und „Geologischer Führer für Exkursionen im inneralpinen Wienerbecken II“ (Borntraegers Sammlung geologischer Führer XII, XIII, 1907 und 1908), in denen die Fauna eine besondere Berücksichtigung gefunden hat.

Wien, im Mai 1912.

**Dr. F. X. Schaffer.**

## Inhaltsverzeichnis.

---

|                                               | Seite |
|-----------------------------------------------|-------|
| Praktische Winke . . . . .                    | 1     |
| I. Exkursion:                                 |       |
| Vöslau, Baden . . . . .                       | 3     |
| II. Exkursion:                                |       |
| Sievering—Leopoldsberg . . . . .              | 61    |
| III. Exkursion:                               |       |
| Heiligenstadt—Laaerberg . . . . .             | 113   |
| Schichtfolge, die geologische Karte . . . . . | 130   |
| Sachverzeichnis . . . . .                     | 134   |
| Erklärung der Fremdwörter . . . . .           | 140   |

---

## Verzeichnis der Abbildungen.

|                                                                                                        | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Fig. 1. Profil der Südwand der Tegelgrube in<br>Vöslau . . . . .                                       | 6     |
| Fig. 2. Schichtquelle . . . . .                                                                        | 14    |
| Fig. 3. Tal- oder Spaltquelle . . . . .                                                                | 14    |
| Fig. 4. Überfallsquelle . . . . .                                                                      | 14    |
| Fig. 5. Entstehung einer Therme durch ein-<br>sickernde Wässer . . . . .                               | 34    |
| Fig. 6. Verwerfung . . . . .                                                                           | 50    |
| Fig. 7. Blattverschiebung . . . . .                                                                    | 51    |
| Fig. 8. Skizze der Lagerungsverhältnisse im<br>unteren Bruch des Rauchstallbrunn-<br>grabens . . . . . | 52    |
| Fig. 9. Schichtfolge des oberen Bruches im<br>Rauchstallbrunngraben . . . . .                          | 54    |
| Fig. 10. Steinbruch bei Sievering . . . . .                                                            | 62    |
| Fig. 11. Steinbruch beim Kobenzl . . . . .                                                             | 75    |
| Fig. 12. Fächerförmige Schichtstellung . . . . .                                                       | 77    |
| Fig. 13. Kliff, Brandungskehle, Strandterrasse                                                         | 78    |
| Fig. 14. Die rechte Talseite des Donaudurch-<br>bruches bei Kahlenbergerdorf . . . . .                 | 84    |
| Fig. 15. Konkordante und diskordante La-<br>gerung . . . . .                                           | 87    |
| Fig. 16. Wiederholte Diskordanz . . . . .                                                              | 89    |
| Fig. 17. Luftsattel . . . . .                                                                          | 91    |
| Fig. 18. Faltung, Synkline und Antikline . . .                                                         | 94    |

|                                                                              | Seite  |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Fig. 19. Stehende Falte . . . . .                                            | 94     |
| Fig. 20. Schiefe Falte . . . . .                                             | 95     |
| Fig. 21. Überkippte Falte . . . . .                                          | 95     |
| Fig. 22. Liegende Falte . . . . .                                            | 96     |
| Fig. 23—25. Aufrechte, schiefe und liegende<br>Isoklinalfalten . . . . .     | 96, 97 |
| Fig. 26. Periklinales Streichen . . . . .                                    | 98     |
| Fig. 27. Faltenüberschiebung . . . . .                                       | 99     |
| Fig. 28. Überschiebung durch Verwerfung . . . . .                            | 100    |
| Fig. 29. Inverse Lagerung . . . . .                                          | 100    |
| Fig. 30. Flexur . . . . .                                                    | 101    |
| Fig. 31. Schuppenstruktur . . . . .                                          | 101    |
| Fig. 32. Senkungsfelder und Horste . . . . .                                 | 102    |
| Fig. 33. Staffelbrüche . . . . .                                             | 104    |
| Fig. 34. Grabensenkung . . . . .                                             | 104    |
| Fig. 35. Alter einer Verwerfung . . . . .                                    | 106    |
| Fig. 36. Profil des Donautales zwischen Leopolds-<br>und Bisamberg . . . . . | 110    |
| Fig. 37. Antiklinal- und Synklinaltal . . . . .                              | 110    |
| Fig. 38. Isoklinaltal . . . . .                                              | 111    |
| Fig. 39. Skizze der Schichtfolge in der Kreindl-<br>Ziegelei . . . . .       | 116    |
| Fig. 40. Profil durch den Laaerberg . . . . .                                | 118    |
| Fig. 41. Diagonalschichtung . . . . .                                        | 122    |
| Fig. 42. Störungen der Schotter am Laaerberge . . . . .                      | 125    |
| Fig. 43. Die Fallzeichen . . . . .                                           | 132    |
| VV . . . . .                                                                 |        |
| CV . . . . .                                                                 |        |
| 48 . . . . .                                                                 |        |
| 73 . . . . .                                                                 |        |
| 63 . . . . .                                                                 |        |
| 19 . . . . .                                                                 |        |
| 12 . . . . .                                                                 |        |

## Praktische Winke.

---

Als nötigste Ausrüstungsgegenstände für unsere Zwecke sind erforderlich: ein geologischer Hammer, ein Meißel, der Bergkompaß, ein Fläschchen verdünnter Salzsäure, eine Lupe, ein Notizbuch und eine geologische Karte. Man verwahrt diese Gegenstände und die gesammelten Objekte am besten in einem Rucksack, der die Hände frei läßt; den Hammer trägt man in einem Gehänge an der Seite.

Der geologische Hammer muß aus gutem Stahl sein. Seine Größe wechselt nach der Beschaffenheit des Gesteins, für das er verwendet werden soll. Für kristallinisches Gestein muß er viel schwerer sein als für das Kalkgebirge. Für unsere Zwecke genügt es, wenn er ein Gewicht von 250 g hat. Auf der einen Seite ist er vierkantig, auf der anderen besitzt er eine wagrechte Schneide. Man bekommt gute geologische Hämmer bei M. Rozum, Wien, Landstraße Hauptstraße Nr. 57 und 161. Der Stiel muß aus sehr elastischem Holze verfertigt, mindestens 30 cm lang sein und einen ovalen Querschnitt besitzen. Besonderes Gewicht ist auf seine Befestigung zu legen, die sich leicht lockert. In weichem Material, in Sanden, Tonen (besonders zum Graben von Fossilien) ist eine Hacke, die die Form eines kurzstieligen Eispickels besitzt, sehr zweckmäßig.

Der Meißel, mit Spitze oder Schneide, dient dazu, Versteinerungen aus dem Gesteine zu lösen und Gesteinsstücke abzusprengen. Mit ihm oder



einem starken Messer prüft man Minerale auf ihre Härte und unterscheidet Kalk und Quarz.

Die Verwendung des Bergkompasses wird später besprochen werden. Er ist bei jedem Optiker erhältlich.

Die verdünnte Salzsäure (ein Teil  $\text{HCl}$  und 4 Teile Wasser) wird in einem Glasfläschchen mit eingeriebenem Glasstöpsel, das in einer Hülse verwahrt ist, mitgeführt. Sie dient zum Erkennen von kohlen-saurem Kalk, der mit kalter Salzsäure aufbraust.

Im Notizbuche verzeichne man alle Beobachtungen und erläutere sie durch kleine Skizzen. Es ist von großem Werte, sich frühzeitig in der Beschreibung und wenn auch rohen Darstellung des Gesehenen zu üben.

Man sei auch immer mit weichem Packpapier versehen, weil es sehr wichtig ist, Versteinerungen und Gesteinsproben sogleich einzupacken, da sie sonst durch den Transport leiden. Den Fundort notiere man auf einer Etikette, die zusammengefaltet dem Stücke beige-packt wird. Stücke ohne Fundort sind wertlos. Von Gesteinen schlage man mit dem Hammer Handstücke, die allseitig von frischen Bruchflächen begrenzt sein und gleiche Größe, etwa 10 cm Länge, 7 cm Breite und 2 cm Dicke haben sollen. Von losem Material nehme man Proben in reinen Säckchen zur Untersuchung mit sich.

Für die Orientierung im Terrain und für die Einübung im Lesen geologischer Karten empfiehlt es sich, diese gleich von Anfang an zu benutzen. Für die nächste Umgebung von Wien reicht Sturs „Geologische Spezialkarte der Umgebung von Wien“ aus, die man für die weitere Umgebung durch handkolorierte Blätter der topographischen Spezialkarte, die von der k. k. Geologischen Reichsanstalt bezogen werden können, ergänzt.

## I. Exkursion.

### Vöslau, Baden.

---

Wir sind mit der Südbahn nach Vöslau gefahren und wenden uns von der Station längs der Bahntrasse nach Norden, wo wir nach wenigen Minuten zu dem zwischen dem Bahnkörper und der Straße gelegenen Ziegelwerke (Besitzer Baumeister Franz Breyer) gelangen. Das zur Ziegelfabrikation nötige Material wird in zwei ausgedehnten Gruben gewonnen, deren größere, südlicher gelegene bis 15 m tief unter das Terrain reicht. Ringsum bedecken Felder und Wiesen die Oberfläche mit ihrer Pflanzendecke und der Schicht von Humus (Ackererde, Dämmererde), die durch die Vegetation oder durch die Tätigkeit des Menschen (Kulturschicht) entstanden ist.

Wir würden uns kein Bild von der Beschaffenheit des Untergrundes der Gegend machen können, wenn er nicht durch die Gruben dem Einblicke geöffnet, aufgeschlossen wäre. Aufschluß ist eine Entblößung des Untergrundes, der sonst der direkten Beobachtung nicht zugänglich wäre. Gewöhnlich handelt es sich um die Entfernung der heute noch in Bildung befindlichen Bodendecke. Aufschlüsse können natürlich oder künstlich sein. Erstere entstehen ohne Zutun des Menschen, z. B. durch Rutschung an einer Berglehne, durch

Auswaschung durch einen Wasserlauf, künstliche durch die Tätigkeit des Menschen: Bergwerke, Steinbrüche, Einschnitte von Eisenbahnen und Straßen, Grundaushreibungen u. dgl. Oft sind z. B. in dichtverbauten Städten, in waldreichen Gegenden die geringsten Aufschlüsse von großem Wert. In kahlem Gelände, wie in den Hochalpen, kann von Aufschlüssen nicht gesprochen werden.

Durch einen Aufschluß wird ein Teil des Untergrundes bloßgelegt, es wird — wie man mit einem allgemeinen Ausdrucke sagt — sein Gestein sichtbar. Bei dieser Bezeichnung wird keine Rücksicht darauf genommen, ob es sich wirklich um festen Stein oder um Sand, plastischen Ton u. dgl. handelt, es wird nur im allgemeinen das Material bezeichnet, aus dem die Erdrinde besteht.

Über dem meist in großer Ausdehnung vorhandenen, an ursprünglicher Lagerstätte, d. h. dort, wo es entstanden ist — befindlichen, anstehenden (gewachsenen) Gestein liegt meist eine Schicht von verändertem — zersetztem — Material, auf der dann die Pflanzendecke Wurzel gefaßt hat. Diese beiden müssen abgedeckt sein, damit wir das „frische“ (unveränderte) Gestein sehen können. Die Gerölle eines Schotters sind also z. B., als einzelne Individuen betrachtet, nicht anstehend, da sie von einem Flußlaufe herbeitransportiert worden sind, der Schotter aber, der an Ort und Stelle abgelagert wurde, muß als anstehend bezeichnet werden.

Es ist klar, daß der Geologe in erster Linie die Aufschlüsse aufsuchen muß, die ihm den Bau der Erdrinde erschließen.

Wir treten an den Rand der Grube und sehen das Terrain in steilen Wänden, mit steiler Böschung, etwa 15 m tief abfallen. Die Wände geben uns fast

senkrechte Durchschnitte (Profile) durch einen oberflächlichen Teil der Erdrinde. Auf den ersten Blick unterscheiden wir besonders an der Süd- und Ostwand eine hellere, gelbliche Färbung in den höheren, eine dunklere, graue in den tieferen Partien. Wir treten an den östlichen Teil der Südwand, wo die Beobachtung gewöhnlich am leichtesten möglich ist. Durch den fortschreitenden Abbau verändert sich das Bild des Aufschlusses beständig, ist aber in den Grundzügen seit Jahren das gleiche geblieben. Viele künstliche Aufschlüsse sind nur vorübergehend und verschwinden nach kurzer Zeit, so daß es von Wert ist, sie so rasch wie möglich im Bilde (Photographie) und Beschreibung festzuhalten.

Unter einer wenige Dezimeter starken Schicht von Humus sehen wir eine Lage von hellgrauem Kalkschotter, dessen einzelne Brocken eckig und ganz lose, ohne Sonderung nach der Größe, mit einer dunklen, sandigen, lehmigen Erde zusammengemengt sind. Stellenweise verschwindet der Schotter fast völlig, an anderen Stellen wird er bis 1 m stark und liegt in Mulden (Taschen) des darunterliegenden sandigen Lehmes. In dem senkrechten Schnitte (Profile, Fig. 1), den die Wand gibt, macht sich diese Lagerung durch einen welligen Verlauf der unteren Begrenzungslinie der Schotterlage bemerkbar. Da die einzelnen Stücke eckig sind, ist kein längerer Transport durch fließendes Wasser anzunehmen, auf dem sie abgerundet worden wären. Sie stammen also aus der Nähe. Die Humusdecke fehlt stellenweise vollständig und der Schotter tritt zutage. Die geringe Beimengung von Erde besonders in den höheren Lagen gestattet nur eine spärliche Vegetation. Wo der Schotter die oberflächliche Bedeckung bildet, ist der Boden wegen seiner Durchlässigkeit für Wasser sehr trocken.



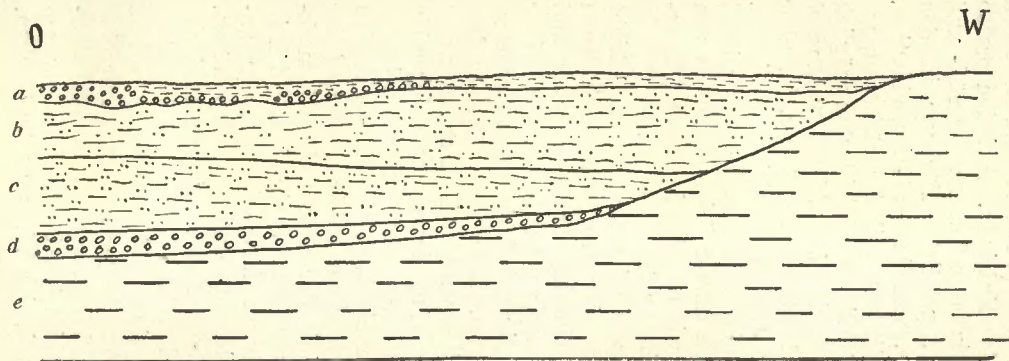


Fig. 1.

- a { Humusdecke, zum Teil fehlend, meist wenige Dezimeter stark,  
 eckiger Kalkschotter, hellgrau, bis 1 m stark in Taschen,  
 b 2—6 m bräunlichgelber, sandiger Tegel,  
 c bis 5 m grauer, sandiger Tegel mit schlechten Fossilien,  
 d  $\frac{3}{4}$  m runder Schotter, sehr fossilreich,  
 e blaugrauer, plastischer Tegel mit guterhaltenen Fossilien, bis 5 m tief aufgeschlossen.

Die Schichten b—d schneiden an einer mit  $25^{\circ}$  nach Osten geneigten Rutschfläche ab, auf der sie gegen Osten abgesunken sind.

Der Schotter gerät auf der steilen Böschung in eine nach abwärts gleitende Bewegung und verdeckt teilweise tiefer liegende Teile der Wand, so daß man seine Mächtigkeit, d. i. die Dicke (Stärke) der Schotterdecke, für größer ansehen könnte, als sie tatsächlich ist. Durch Entfernen der losen Gesteinsbrocken aber erkennt man leicht, daß es sich nur um verrutschtes Terrain handelt. Bei Material von geringer Festigkeit, wie Sande, Schotter, plastische Tone u. dgl., ist dieser Vorgang sehr verbreitet. An steilen Abhängen ist daher bei der Verfolgung einer solchen Gesteinslage ein Irrtum leicht möglich und Vorsicht geboten.

Unter dem Schotter folgt mit wenig scharfer Grenzlinie ein bräunlichgelbes Material, dessen geringe Festigkeit schon an den zahlreichen tiefen Rissen zu erkennen ist, die die Regenwässer gerissen haben. Es sind unten enge, oben trichterartig erweiterte, fast senkrechte Rinnen. Dies ist ein gutes Beispiel für die Anfänge der Talbildung im Hochgebirge, an denen man das Zuflußgebiet als weiten Kessel und die enge Abzugsschlucht erkennen kann, die in Wasserfälle und Kaskaden aufgelöst ist.

Gegen unten sehen wir das gelbliche Material an einer scharfen Linie enden. Wie sich die Schotter an der Oberfläche von der Grube weg verfolgen ließen, so muß sich auch dieses unterirdisch weiterhin fortsetzen und seine obere und untere Begrenzungslinie sind nur die Schnittlinien seiner beiden Begrenzungsflächen mit der Wand der Grube. Eine Gesteinspartie, die von zwei ganz oder nahezu parallelen Begrenzungsflächen (Schichtflächen) eingeschlossen ist, heißt man eine Schicht. Das Idealbild einer Schicht wird von zwei parallelen Flächen gebildet. Doch können diese auch gegeneinander geneigt sein oder einen mehr oder weniger



unregelmäßigen Verlauf zeigen. Die Entfernung der beiden Schichtflächen voneinander ist die Stärke oder Mächtigkeit der Schicht. Sie beträgt in diesem Falle bis 3 m.

Sehen wir das Material genauer an. Es ist ein unreiner Lehm, der wenig plastisch ist — sich nicht formen läßt — und aus Ton und Sand besteht. Seine Festigkeit ist gering. Er nimmt Wasser auf und fließt wie Schlamm in kleinen Strömen zur Tiefe.

Dieser gelbe Lehm, der mit einem Lokalausdrucke Tegel — wegen seines größeren Sandgehaltes sandiger Tegel — genannt wird, wird gegen unten von einer scharfen Linie begrenzt (er schneidet an dieser Linie ab). Darunter folgt grauer Tegel, der sich in senkrechten Wänden erhält, also eine größere Festigkeit besitzt. Er besteht ebenfalls aus Ton und beigemengtem Sand, wird also auch als sandiger Tegel bezeichnet. Seine Mächtigkeit beträgt bis 5 m.

Während in dem darüberliegenden, gelben Tegel keine weitere Gliederung zu erkennen ist, sieht man eine Anzahl fast horizontaler Linien die Masse des grauen Tegels durchsetzen. Sie zeigen an, daß die Tegelmasse nicht gleichartig ist, sondern durch weitere Schichtflächen in einzelne Lagen oder Schichten, Bänke genannt, geteilt wird. Der Tegel ist daher gebankt oder geschichtet und je nach der Stärke der einzelnen Bänke spricht man von dick- oder dünnbankigem, bei nur sehr schwachen Lagen von dünngeschichtetem Gestein. Wie im Tegel kann solche Bankung auch in Sanden, Schottern oder in festem Stein auftreten. Jede der Bänke läßt sich an der Wand seitwärts verfolgen. Ihre Stärke (Mächtigkeit) bleibt sich in ihrer weiteren Erstreckung entweder gleich, nimmt zu — schwillt an — oder nimmt ab. Bisweilen verliert sich eine

Schicht seitwärts vollständig, sie keilt aus. Eine Gesteinsbank, die bei ziemlicher Mächtigkeit nach allen Seiten rasch auskeilt, nennt man eine linsenförmige Einlagerung oder eine Linse. Die über einer Schichtfläche liegende Gesteinsmasse nennt man das Hangende, die darunter befindliche das Liegende.

Wenn man die einzelnen Bänke genauer ansieht, erkennt man, daß sie aus etwas verschiedenem Materiale bestehen. Es sind meist sandige Lagen, die zwischen die Tegelbänke eingelagert sind oder wie man bei ihrem wiederholten Auftreten sagt mit ihnen wechsellagern.

Es fällt uns auf, daß sich an der Südwand der Grube die Trennungslinien der einzelnen Bänke nach Osten, an der Ostwand nach Süden senken, daß also die durch zwei derartige, einander schneidende Linien gelegte Fläche, die der Schichtfläche entspricht, nach Südosten geneigt ist. Es senken sich die Bänke also nach Südosten, oder sie fallen nach dieser Richtung ein, sie besitzen südöstliches Fallen (Verfläichen). Dieses wird durch den größten Winkel gemessen, den die geneigte Schichtfläche mit der wagrechten Ebene einschließt. Seine Richtung bestimmt man nach der Himmelsrichtung durch den Verlauf der senkrechten Schnittfläche, die jenen größten Winkel bildet. Zu diesem Zwecke bedient man sich des Bergkompasses, d. i. eines gewöhnlichen Kompasses, der auf einem viereckigen Brettchen befestigt ist, dessen Seiten der Nord-Südlinie parallel sind. Der Ost- und Westpunkt sind vertauscht und es ist eine weitere Teilung in 24 Stunden ( $h = \text{hora}^1$ ) und  $360^\circ$  von Nord

---

<sup>1)</sup> Diese meist nur mehr in der montanistischen Praxis übliche Bezeichnungsweise entstammt altem Bergmannsbrauche.

ausgehend in dem Gange des Uhrzeigers entgegengesetzter Richtung angebracht. Mit diesem Instrumente mißt man zuerst das Streichen der Schicht, d. i. die Richtung der in die Schichtfläche gelegten horizontalen Linie. Man legt das Brettchen horizontal an die Schichtfläche an und sieht nach, wie weit der Nordpol der Nadel von der Nord-Südlinie der Teilung abweicht. Um dies direkt ablesen zu können, ist Ost und West vertauscht. Man liest also z. B. ab: N  $30^{\circ}$  O oder 2 h — hora 2, wenn der Nordpol  $30^{\circ}$  von N gegen O abweicht und auf h 2 weist, N  $45^{\circ}$  W oder 21 h — hora 21. Damit ist die Richtung der Längserstreckung, das Streichen der Schicht eindeutig bestimmt. Nun erübrigt noch, das Fallen anzugeben, das senkrecht zum Streichen liegt. Um dieses zu messen, wird die Nadel des Kompasses festgeschraubt (arretiert) und dieser mit einer Seite senkrecht auf die Schichtfläche in der Fallrichtung (siehe oben!) aufgestellt, so daß ein kleiner Senkel, der im Innern auf einer Gradeinteilung spielt, sich einstellen kann. Diese Einteilung gleicht einem sogenannten Transporteur, doch liegt der Nullpunkt in der Mitte des Halbkreises, also in der zum Rande des Brettchens und zur Schichtfläche senkrechten Linie. Von ihm aus geht die Teilung jederseits bis  $90^{\circ}$ . Nach einem Satze der Winkelgleichheit kann man den Fallwinkel direkt ablesen.

Diese Methode ist sehr einfach anzuwenden, wenn freiliegende Schichtflächen vorliegen. In der Grube aber fehlen diese fast stets, so daß man die Werte nur durch entsprechende Stellung des Kompasses in der freien Hand bestimmen kann. Dieser Vorgang ist ungenau, genügt aber für ähnliche Fälle, in denen es sich nur um die Tatsache handelt, daß

die Schichten geneigt sind. Der Einfallswinkel beträgt hier 15—20%. Man pflegt zur Bestimmung dieser Werte den zufage tretenden Rand einer Schicht, den Schichtkopf, zu wählen, der meist ein Stück der Schichtfläche bietet. Bei so leicht zerstörbarem Material wie hier, treten die Schichtköpfe aber nicht hervor. Lagern Schichten parallel zur Erdoberfläche, also horizontal, spricht man von einer schwebenden Lagerung.

Manche Lagen des Tegels sind viel fester als die liegenden und hangenden Schichten. Trotzdem sie ganz gleiche Bestandteile besitzen, haben sie eine mehr steinartige Beschaffenheit, das Material ist hart und man muß schon den Hammer anwenden, wenn man ein Stück davon abschlagen will. Diese Partien sind durch ein Bindemittel, Zement, verkittet, verhärtet oder verkonkretioniert. Es sind konkretionäre Bänke. Das Bindemittel ist gewöhnlich Kalk, dessen Vorhandensein man durch das Aufbrausen mit verdünnter Salzsäure leicht nachweisen kann.

Unter dem Tegel folgt eine nur  $\frac{3}{4} m$  starke Schicht von grauem Sand und Schotter, der aus Sandstein und den gleichen hellen Kalken besteht, die wir an der Oberfläche angetroffen haben. Er unterscheidet sich aber auf den ersten Blick von dem oberflächlichen Schotter durch die Gestalt der einzelnen Stücke, die durchwegs wohl abgerundet sind, also auf eine Bearbeitung, Abrollung, durch bewegtes Wasser hindeuten. Sie werden „Gerölle“ genannt. Diese Gerölle besitzen meist „Haselnuß-“ und „Walnußgröße“ und erreichen „Faustgröße“. Dies sind übliche Größenbezeichnungen, wie Erbsen-, Kindskopf- oder Kopfgröße.

Darunter folgt mit scharfer Grenze blaugrauer Tegel, der aber plastisch ist, d. h. sich formen



läßt, sich infolge des größeren Tongehaltes fett anfühlt und wenig Sand beigemengt enthält. Er ist in dem untersuchten Teile der Grube etwa 5 m tief aufgeschlossen und bildet auch den Boden der Grube, muß also noch tiefer hinabreichen. Seine Mächtigkeit kann man daher nicht erkennen. Er ist sehr gleichmäßig in seiner Zusammensetzung — homogen — und zeigt keine Schichtung oder Bankung, man sagt, er ist ungebankt, trotzdem vielleicht schon in geringer Tiefe seine untere Grenzfläche angetroffen werden kann und er auch nur eine Schicht, eine Bank, des ganzen Profils, der Schichtfolge bildet. Man spricht von ungebanktem Gestein, wenn sich in seiner sichtbaren vertikalen Ausdehnung keine Schichtfugen finden.

Wir haben gleich im Anfange beobachtet, daß der Boden dort, wo der oberflächliche Schotter zutage liegt, trocken ist. An anderen Stellen, wo der Tegel bis an die Oberfläche reicht, was, wie wir sehen werden, besonders im westlichen Teile der Grube der Fall ist, ist der Boden feucht und es herrscht Neigung zu Sumpfbildung. Und wenn wir die Schichtflächen betrachten, so sehen wir an der Grenze des gelben und des blaugrauen Tegels einen dunklen Streifen, der von Feuchtigkeit herrührt und anzeigt, daß hier ein wasserführender Horizont verläuft. Solche treten immer dort auf, wo ein Wechsel in der Wasserdurchlässigkeit des Materials stattfindet, wo also das von der Oberfläche durchsickernde, aus der Atmosphäre stammende, atmosphärische oder meteorische Wasser, Regen- und Schneeschmelzwasser, zurückgehalten wird und auf der Schichtfläche abfließt.

Dies zeigt den Gegensatz zwischen wasserdurchlässigem und undurchlässigem Material



(z. B. Schotter und Tegel). Jenes läßt das Wasser der Niederschläge einsickern, dieses nicht. Durchlässiger Boden ist daher nach Regen bald wieder trocken, undurchlässiger bleibt länger feucht. Das unter der Oberfläche („unter Tag“) angesammelte Wasser, das den Untergrund durchtränkt, nennt man Grundwasser, seine Oberfläche Grundwasserspiegel. Die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Oberfläche ist in feuchtem Klima meist gering, in regenarmen Gebieten aber sehr bedeutend und erreicht 50, ja 100 m. Entsprechend dem Gefälle bewegt sich das Grundwasser etwa 2 bis 3 m in der Stunde (Grundwasserstrom). Seine Oberfläche paßt sich dem Relief der Erdoberfläche an, steigt in Erhebungen und senkt sich in Niederungen, doch ist sein Relief viel sanfter. Die meisten Brunnen werden vom Grundwasser gespeist, das daher von großer praktischer, besonders hygienischer Bedeutung ist. Der Stand des Wasserspiegels in einem Brunnen gibt uns den des Grundwassers an.

Das Grundwasser kommt an die Oberfläche, tritt zutage, wenn sein Spiegel von der Oberfläche des Terrains geschnitten wird, wenn also die wasserundurchlässige Schicht nahe oder ganz an die Oberfläche tritt. Bei genügendem Wasserzufluß bildet sich an einem solchen Punkte eine Quelle, die als Schichtquelle bezeichnet wird.

Spaltquellen nennen wir solche, die entstehen, wenn ein Taleinschnitt den Grundwasserspiegel erreicht. Überfallsquellen bilden sich, wenn das in einer undurchlässigen Mulde stehende Grundwasser über deren Rand überfließt. Siehe Fig. 2—4.

Das von oben durchsickernde Wasser — Sickerwasser — vermag besonders infolge der Säuren (Kohlensäure, Humussäure u. a.), die es

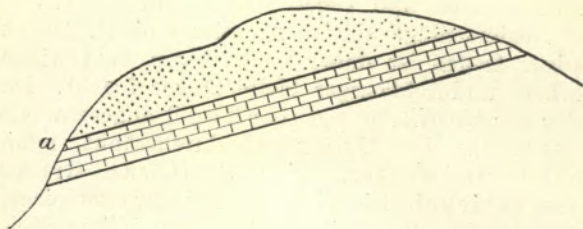


Fig. 2.

Eine durchlässige Schicht liegt auf einer undurchlässigen und an der Grenzfläche tritt die Schichtquelle (*a*) zutage.

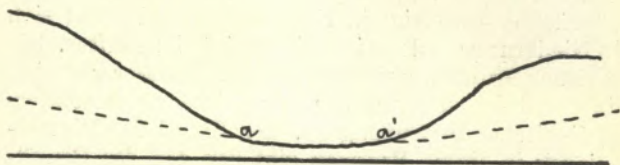


Fig. 3.

--- Grundwasserspiegel in einem durchlässigen Gestein.  
Bei *a* und *a'* treten Tal- oder Spaltquellen hervor.

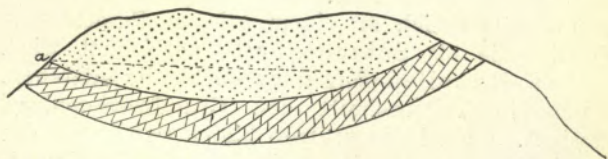


Fig. 4.

Eine durchlässige Schicht liegt in einer Mulde von undurchlässigem Gestein. Der Grundwasserspiegel ist durch die gestrichelte Linie bezeichnet. Bei *a* entspringt eine Überfallsquelle.

von der Oberfläche mitbringt oder im Boden aufnimmt, verschiedene Stoffe zu lösen oder umzuwandeln. So oxydiert es den Eisengehalt des im Tegel enthaltenen, fein verteilten Schwefelkieses, der die Graufärbung bewirkt, zu Eisenoxyd, es entsteht Eisenoxydhydrat und verfärbt das Material gelblich bis rostfarben. Daher sind die obersten Schichten des sandigen Tegels, soweit dieser Einfluß reicht, gelb verfärbt. Wenn sich Schwefelkies in Klümpchen — Konkretionen — die oft nagelförmige Gestalt besitzen, vorfindet, wird genügend Schwefelsäure frei, um sich mit dem Kalkgehalte des Tegels zu schwefelsaurem Kalk, das ist Gips, zu verbinden, der in Einzelkristallen oder Gruppen auftritt. Dadurch erklärt sich, daß man in verfärbtem Tegel meist Gips, im grauen Schwefelkies findet.

Die von der Oberfläche, von Tag, zuströmenden (zusitzenden) Sickerwässer, Tagwässer, lösen aber auch den Kalkgehalt des Tegels und setzen den Kalk an anderen Stellen ab. Der Kalk gibt dann ein festes Bindemittel zur Verkittung des losen Materials; es bilden sich feste, steinartige, sogenannte konkretionäre Bänke, wie wir sie in den tieferen Lagen beobachten können. Bisweilen sind solche Konkretionen aber nieren-, trauben- oder kugelförmig oder haben brotlaibartige oder unregelmäßig gelappte Gestalten. Sie finden sich sowohl in Sanden wie in Tegeln und bilden sich oft um irgend einen organischen Rest, durch dessen Verwesungsprozeß chemische Vorgänge eintreten, die ein kalkiges Bindemittel liefern können. Solche Konkretionen entstehen gleichzeitig mit der Bildung des umhüllenden Materials oder durch spätere chemische Vorgänge im Sediment (Diagenese von diagenesis = Umbildung).

Schon in dem gelben Tegel haben wir Bruchstücke von Muschelschalen gefunden, die aber meist so schlecht erhalten — kreidig, mürbe — waren, daß sie unter den Fingern zerbröckelten. In dem sandigen grauen Tegel waren sie ebenfalls selten, aber gegen die eingeschaltete Sand- und Schotterbank nehmen sie an Zahl und guter Erhaltung zu. Manche der konkretionären Bänke ist von ihnen erfüllt und die Schichtflächen sind oft ganz von ihnen bedeckt. Ihr Kalkgehalt scheint also bei der Verkittung des Materials eine Rolle gespielt zu haben.

Besonders die Schotterlage beherbergt sie in großer Zahl. Wir können in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge von Muscheln und Schnecken sammeln, die zum Teil eine ganz ausgezeichnete Erhaltung zeigen. Diese Konchylienschalen können nicht nachträglich in die Tegel und Sande gelangt sein, sie müssen Tieren angehören, die einst hier gelebt haben, als sich das Material ablagerte, in dem sie begraben wurden. Man nennt sie Versteinerungen (Petrefakten) oder Fossilien (von fossilis = ausgegraben). Die Wissenschaft, die sich mit den Fossilien befaßt, heißt Petrefaktenkunde oder Paläontologie. Sie ist die wichtigste Hilfswissenschaft für die Geologie. Das Material, in dem die Fossilien eingebettet gefunden werden, heißt Muttergestein oder Matrix. Durch Vergleich mit heutigen Konchylienformen erkennen wir, daß wir fast durchwegs heute nicht mehr lebende, ausgestorbene Arten vor uns haben, deren nächststehende Verwandte jetzt noch in den Meeren leben. Und zwar zeigen sie die engsten Beziehungen zur heutigen Konchylienfauna des Mittelmeeres. Es eröffnet sich uns dadurch auf einmal ein weiterer Ausblick: das Meer muß einst vor langen Zeiträumen in diese Gegend gereicht haben. Die Tegel und



Sande, die die marinen Konchylien beherbergen, müssen in einem Meere abgelagert worden sein, sind marine Ablagerungen. Wir suchen nach ähnlichen Verhältnissen und finden sie in heutigen Meeren, wo sich auch Sande und Tone (Schlamm) absetzen und ausgedehnte, mächtige Lagen von Sediment, Absatz, Niederschlag, bilden. Wir nennen Sedimente alle durch Anhäufung einzelner fester Bestandteile, mechanisch, gebildeten oder aus einer Lösung, chemisch, abgeschiedenen Massen der Erdoberfläche. Der erstgenannte Vorgang kann entweder unter Wasserbedeckung oder auf dem trockenen Lande stattfinden. Wir erfahren dabei auch, daß sich horizontal geschichtete Sedimente in erster Linie unter Bedeckung mit stehendem Wasser bilden, sei es in einem See oder Meere, und daß die Schichtung durch einen Wechsel in der Beschaffenheit des Sediments oder durch eine Unterbrechung, Beschleunigung oder Verzögerung der Sedimentbildung, der Sedimentation, hervorgerufen wird. Die Schichtflächen werden daher auch Absonderungsflächen genannt, da sie Gesteine von verschiedener Beschaffenheit trennen. Solche Sedimente sind der Niederschlag der in das Wasser gelangten festen Gesteinsteilchen, die meist durch Wasserläufe als Flußtrübung oder als Sand und Schotter herbeigeführt worden sind. Auch die Wellen eines stehenden Gewässers greifen fortwährend das Ufer an und lösen Teile los, die dem Sedimente beigemischt werden. Solche aus der Zerstörung fester Gesteine herrührenden Sedimente werden als klastische (klastisch = zerbreche) oder minerogene, auch mechanische Sedimente im engeren Sinne bezeichnet. Als solche haben wir Schotter, Sande und Tone (Tegel) kennen gelernt, die alle Anhäufungen von Gesteins-



teilen sind, die von dem einstigen Festlande in das Meer geführt wurden. Wie wir später sehen werden, können die zur Ablagerung gelangenden Teilchen auch durch den Lebensprozeß von Organismen geliefert werden (Schalen von Konchylien, Foraminiferenschälchen, Exkreme von Fischen). Wir heißen ein solches Sediment organogen. Stammt das Material aber aus dem Innern der Erde, ist es durch vulkanische Kräfte z. B. als Asche gefördert worden, so sprechen wir von vulkanischem Sediment. Alle zusammen sind aber mechanisch, im Gegensatz zu chemisch, abgelagert.

Die Sedimente erfahren nachher manche Veränderungen, besonders eine Verfestigung, die auch zu den diagenetischen Vorgängen gezählt wird. Sie ist ein wichtiger Vorgang bei der Gesteinsbildung. Verfestigte klastische Sedimente heißen Trümmergesteine.

Wenn Schotter durch ein Bindemittel verkittet werden, so bilden sie Konglomerate; wenn dies mit Sanden geschieht, entstehen je nach dem Bindemittel Quarz- oder Kalksandsteine. Tone werden durch Zunahme des Kalkgehaltes zu Mergel. Von dem Bindemittel hängt die Widerstandskraft des Gesteins gegen Druck, seine Festigkeit ab.

In den groben Bestandteilen eines Sediments finden sich Felsarten von der verschiedensten Beschaffenheit. Durch den fortgesetzten Zerkleinerungsprozeß tritt aber eine Auslese ein, die leichter zerstörbaren — weicheren oder leicht löslichen — Minerale verschwinden und das feinkörnige Material mechanischer Sedimente ist überaus einförmig. Es besteht aus den härtesten und schwerlöslichen Bestandteilen der zerstörten Gesteine des Festlandes, also meist aus Quarzkörnern, Tonflocken und Glimmerblättchen. Die Abtragungsprodukte

des Festlandes machen im Wasser eine Sonderung, einen Schlemmprozess durch. Wenn ein Wasserlauf mit Sinkstoffen beladen dahinströmt, bleiben bei einer Verringerung seiner Transportkraft zuerst die schweren, Schotter und grober Sand, liegen, der feinere Sand wird noch weiter geführt, schließlich fällt auch er bei der weiteren Abnahme der Strömung zu Boden und nur die feinste Trübung, meist tonige Bestandteile, bleibt suspendiert. Wenn ein Fluß in ein Wasserbecken mündet, häufen sich die gröberen und schwereren Sedimente in nächster Nähe seiner Mündung an, da in dem stehenden Wasser der Niederschlag rasch erfolgt. Besonders salziges Wasser von der Zusammensetzung des Meerwassers besitzt die Eigenschaft, eine rasche Fällung der Trübung (Klärung) zu bewirken. Schon nach wenigen Minuten klärt sich trübes Wasser vollständig, wenn man ihm eine geringe Menge von Salzlösung zusetzt. Bei dem Niederschlage der Sedimente tritt also eine Sonderung nach dem spezifischen Gewichte und auch nach der Korngröße ein. Schwerere Bestandteile sinken näher dem Ufer zur Tiefe als die leichteren. Es werden sich also Schotter und grobe Sande nur in der Nähe der Küste ablagern, wo sie durch die längs des Ufers wirkenden Strömungen weitertransportiert werden können. Sie werden hier unter dem größten möglichen Böschungswinkel — dem Maximum des Aufschüttungswinkels — abgelagert, der je nach dem Korn des Materials und dem spezifischen Gewicht verschieden ist. Im allgemeinen ist dieser Winkel um so größer, je gröber das Sediment und je geringer sein spezifisches Gewicht ist, das heißt, gröberes und leichteres Material bildet steilere Böschungen. Feine Sande können weiter hinaus getragen werden und die feinsten

Schlammteilchen bleiben so lange im Wasser schweben, daß sie über ganze Seebecken ausgebreitet werden oder in das offene Meer gelangen, bevor sie zur Tiefe sinken. Die vom Festlande stammenden, terrigenen Sedimente sind also je nach der Entfernung vom Ufer verschieden und wechseln überhaupt mit der Veränderung der Strömung, der Kraft der Wellen usw. Wir finden grobe Sedimente daher in der Regel nur in der Nähe der Küste und je weiter wir uns davon entfernen, um so feinkörnigere und gleichförmigere treffen wir an, so daß wir oft aus der Korngröße von Sedimenten auf die Bedingungen, unter denen sie abgelagert worden sind, schließen können.

In der Ziegelei haben wir meist sehr feinkörnige Ablagerungen vor uns. Die Tegel und tegeligen Sande deuten daher auf eine Bildung in größerer Entfernung vom Ufer und in ruhigem, also tieferem Wasser, wo die Kraft der Wellen der Oberfläche schon erlahmt ist. Und wenn wir vom Rande der Grube gegen Westen schauen, erblicken wir die Rücken der Berge, die von Vöslau gegen Baden hinziehen und die westliche Umrandung der Niederung, des Beckens von Wien sind, das also einst eine Meeresbucht gewesen ist. Aus dem Gebiete der niederösterreichischen Alpen, das sich in westlicher Richtung ausdehnt, sind wie heute schon damals Wasserläufe ostwärts abgeflossen und sie haben aus diesem Hinterlande die Schotter, die Sande und den Schlamm mitgebracht, die sie an ihrer Mündung abgelagert haben. Aus der Zusammensetzung der Sedimente muß man also auf die Beschaffenheit des einstigen Hinterlandes schließen können. Man kann erkennen, woher sie stammen. Wohl ist das an die Niederung herantretende Gebirge fast ausschließlich aus Kalken aufgebaut, deren feine

Zerreibungsprodukte wenig widerstandsfähig sind. Deshalb sind sie nur als Schotter den Sedimenten beigemengt. Aber in einiger Entfernung von der alten Küste wird das Hinterland vorwiegend aus Sandsteinen gebildet, deren Reste wir in den Quarzkörnern, den Glimmerblättchen und den feinen Tonen wiedererkennen.

Diese Zerstörungsprodukte der Gesteine des Festlandes werden also unter Wasserbedeckung abgelagert und schon durch die Sonderung tritt eine Neigung zur Schichtung ein, die durch den Wechsel in den Sedimentationsbedingungen bei Veränderung oder Unterbrechung der Materialzufuhr gefördert wird. Nehmen wir an, daß starke Regen die Wasserläufe anschwellen ließen, so werden diese imstande sein, viel gröberes Material zu transportieren als vorher und es wird mehr Sand und Schotter im Mündungsgebiete abgelagert werden, während bei niederem Wasserstande nur feiner Schlamm herbeigeführt werden kann. Dadurch wird ein Wechsel von grobem und feinem Sediment eintreten, die allmählich ineinander übergehen können, aber meist durch eine deutliche Kluft, eine Absonderungs- oder Grenzfläche, geschieden sind. Eine solche Lagerung wird regelmäßig oder konkordant genannt (vgl. Fig. 15). Sie ist ursprünglich im allgemeinen horizontal und die Schichtflächen sind untereinander mehr oder weniger parallel. Nun kann aber an einem Punkte die Sedimentation rascher erfolgen als an einem andern, z. B. in der Nähe des Ufers wird in dem gleichen Zeitraume weniger oder mehr Sediment abgelagert als in größerer Entfernung und es entstehen an Mächtigkeit anschwellende Schichten, deren Grenzflächen gegeneinander geneigt sind, die aber doch einer konkordanten Lagerung entsprechen.



Aus der Art der Ablagerung geht ohne weiteres hervor, daß die tiefer liegenden Schichten zuerst, die höheren später abgelagert, daß diese jünger, jene älter sind. Daraus ergibt sich auch eine zeitliche Folge, indem bei ungestörter Lagerung von unten nach oben immer jüngere Schichten aufeinander folgen. Dies ist die Grundlage für jede historische Wertung von Schichtgesteinen.

Eine konkordante Lagerung haben wir in den Schichten *a—d* (Fig. 1) beobachtet. Man könnte glauben, daß wir es auch an der Grenze von *d* und *e* mit einem solchen ruhigen Wechsel groben Sedimentes mit feinkörnigem, mit einer ursprünglichen, konkordanten Lagerung zu tun haben. Dies ist aber nicht der Fall. Wenn man an der Südwand diese Sand- und Schotterlage gegen Westen verfolgt, sieht man sie auf einmal auskeilen und weiter erkennt man, daß auch die sandigen Tegel gegen Westen verschwinden und die Schichten *b*, *c* und *d* an einer Linie enden — abschneiden, die mit etwa 25° gegen Osten geneigt ist — einfällt. Westlich von ihr reicht der blaue, plastische Tegel bis nahe an die Oberfläche. Das Angrenzen, Aneinanderstoßen, zweier so verschiedener Bildungen wie der Schichtglieder *b*, *c*, *d* einerseits und *e* anderseits zeigt, daß wir es hier mit einer nachträglichen Veränderung der Lagerung zu tun haben, und zwar sind die Schichten *b*, *c* und *d* an der schrägen Linie gesenkt, d. h. auf der Oberfläche des Schichtgliedes *e* gegen Osten gerutscht, verschoben. Es liegt hier also eine Störung der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse vor. Die Schichten *b*, *c* und *d* liegen auf zweiter (sekundärer) Lagerstätte. Die geneigte Fläche, auf der die Bewegung vor sich gegangen ist und die die Liegendschicht *e* schräg schneidet, heißt eine Gleit- oder Rutschfläche. Sie ist also keine ur-



sprüngliche Schichtfläche. Solche Rutschungen von Gesteinspartien treten häufig ein, wenn die Unterlage nachgibt, sich setzt, also besonders bei tegeligen oder sandigen Sedimenten, und es gelangen dadurch höher gelegene Partien in ein tieferes Niveau, ohne daß tiefgehende Störungen des Schichtenverbandes eintreten, wie wir sie später noch kennen lernen werden. Solche Rutschungen werden in den losen Sedimenten der heutigen Küsten vielfach beobachtet. Sie hängen damit zusammen, daß, wie erwähnt, die terrigenen Sedimente an der Küste oft unter ihrem größten Böschungswinkel, d. h. als möglichst steiler Schuttkegel, aufgehäuft werden. Wenn nun irgend eine geringe Störung des Gleichgewichtes eintritt, gerät die ganze Masse in gleitende Bewegung. Solche Ursachen können Erderschütterungen, stärkere Belastung des Schuttkegels oder eine Senkung des Wasserspiegels sein. Die ersten beiden sind ohne weiteres klar, bei letzterer wird der obere Teil des Sedimentkegels trocken gelegt und übt infolge des mangelnden Auftriebes (archimedisches Prinzip) einen größeren Druck auf seine Unterlage aus, die nachgibt, worauf die ganze Masse in fließende Bewegung gerät oder, wie in unserem Beispiele, auf einer Rutschfläche zur Tiefe gleitet.

Wir haben gesehen, wie die Sand- und Schotterlagen von Konchylien erfüllt sind, und wir müßten uns nach den heutigen Erfahrungen vorstellen, daß die Stellen des Meeresgrundes, auf denen sich diese groben Sedimente bildeten, sehr günstige Lebensbedingungen geboten haben. Wenn wir die Fossilarmut des Schichtgliedes *e* dagegenhalten, wird deren Unterschied noch auffälliger. Außerdem sehen wir, daß in *b*, *c* und *d* meist größere, dickschaligere Formen auftreten, während die in *e* gefundenen Schnecken und Muscheln klein und zartschalig sind.

Diesen Gegensatz wollen wir vorderhand im Auge behalten.

Wenn wir nun die Konchylien der Sande und Schotter ansehen, fällt auf, daß gerade die dickschaligen Formen zerbrochen oder abgerollt, während die zarten, reich verzierten Gehäuse anderer vortrefflich erhalten sind. Dies wird uns durch die Erfahrung erklärt, die wir eben gewonnen haben, daß nämlich die Glieder *b*, *c* und *d* einen Transport erlitten haben, den also wohl ein Teil der Fossilien, und zwar gerade die plumpen Formen mitgemacht haben. Die groben Sedimente sind in einem bathymetrisch — der Wassertiefe nach — höheren Niveau näher dem Ufer abgelagert worden und mit den darin eingebetteten Konchylien zur Tiefe gerutscht, wobei diese meist zerbrochen wurden. Diese Massen sind nun an ruhigere, tiefere Stellen der Bucht gelangt, wo sie der Standort, der Lebensbezirk, einer andern Fauna — d. i. einer Vergesellschaftung von Tieren, wurden, die kleinere, dünnschaligere, reicher verzierte Formen umfaßte, ähnlich wie wir sie, wenn auch spärlicher, in den Tegeln des Schichtgliedes *e* antreffen. Wir sehen also hier schon eine Verschiedenheit der Tierwelt, eine Differenzierung der Fauna: in den groben Sedimenten des Litorals — des küstennahen, seichten Teiles der Bucht — finden wir andere Typen als in größerer Entfernung vom Ufer und in größerer Tiefe. Dort haben wir seichtes, bewegtes Wasser, grobes Sediment, Einfluß des Lichtes und der äußeren wechselnden Temperatur und des Festlandes — häufige Trübung des Wassers, Verminderung des Salzgehaltes durch Zufuhr süßen Wassers — hier tiefes, ruhiges Wasser mit mehr gleichbleibender Temperatur, geringerem Einflusse des Lichtes und des Festlandes. Wir haben hier zwei verschiedene

Lebensbezirke vor uns, den des Litorals und den größerer Wassertiefe und wir erkennen schon daraus, welchen Einfluß diese äußeren Umstände, diese Existenzbedingungen, auf die Entwicklung der Lebewelt nehmen, welche mannigfachen Ursachen die verschiedene Vergesellschaftung der Tierwelt in den heutigen Meeren und damit auch in den fossilen Sedimenten bedingen. Damit begeben wir uns auf ein Gebiet, das ganz von dem Studium und der Erkenntnis der rezenten bionomischen — das heutige Tierleben bestimmenden — Verhältnisse und Vorgänge beherrscht wird, auf das der Lehre von der Fazies und der Chorologie.

Als Fazies bezeichnen wir die physikalischen Eigenschaften des Standortes, die die Verteilung der Organismen bedingen, und unter Chorologie (choros = Schar) verstehen wir die Lehre von der Vergesellschaftung der Tiere, von den Faunen. Wie mannigfache Einflüsse diese bedingen, haben wir kurz auseinandergesetzt.

Unter den Konchylien, die wir in den Sanden finden, sind Gastropoden (Schnecken) und Bivalven (Muscheln) in ziemlich gleicher Artenzahl vorhanden. In den Tegeln jedoch überwiegen die Gastropoden weitaus und unter ihnen sind es wieder gewisse Gattungen, besonders die mit langer Ausgußröhre für den Atmungs- und Aftersipho versehenen, sogenannten kanaliferen Formen wie *Fusus* und *Pleurotoma*, die infolge ihres Arten- und Individuenreichtums hervortreten, so daß man die Tegel direkt als Pleurotomentegel bezeichnet und von einer Kanaliferenfauna spricht. Daneben treten Einzelkorallen und Foraminiferen auf, wie sie für die bathymetrisch tiefere Tegelfazies charakteristisch sind.

Pflanzenreste unterliegen im Sedimente der Verkohlung. Während sie sich an der Luft ganz in

ihre gasigen Bestandteile, hauptsächlich Kohlen-  
säure und Wasser, auflösen, stellt sich bei un-  
genügendem oder mangelndem Luftzutritte eine  
Anreicherung des Kohlenstoffes ein, die als Ver-  
kohlung bezeichnet wird. Zuerst verwandelt sich  
die Holzfaser mit zunehmendem Kohlenstoffgehalte  
in Lignit, dann in Braunkohle und endlich in  
Schwarz- (Stein-) Kohle und Anthrazit. Im  
Tegel finden wir Bröckchen von Lignit häufig ein-  
gestreut, die aus eingeschwemmtem Holze hervor-  
gegangen sind. Blätter, Äste oder Baumstämme  
sind auf diese Weise verkohlt erhalten und gestatten  
noch eine Untersuchung, die zeigt, daß die damalige  
Flora von der heutigen verschieden war und Formen  
aufweist, die auf ein wärmeres Klima hindeuten.  
Oft werden große Massen von Holzresten an ge-  
eigneten Plätzen zusammengeschwemmt und von  
Sediment überdeckt der Verkohlung unterworfen.  
Es können aber auch Pflanzen an dem Orte, wo sie  
gewachsen sind, absterben, zu Boden sinken und  
durch Auflagerung einer Generation nach der andern  
mächtige Lager bilden, die dann von Schlamm und  
Sand überdeckt der Verkohlung entgegengehen.  
Solche Lager von nutzbarem Material, besonders  
Kohle und Erzen, werden Flöze genannt. Die aus  
zusammengeschwemmtem Materiale gebildeten Koh-  
lenflöze heißen allochthon, die an Ort und Stelle  
gewachsenen autochthon (allos = ein anderer,  
autos = derselbe, chthon = der Boden). Bei fort-  
schreitender Verkohlung verschwindet die organische  
Struktur immer mehr, sie ist bei Lignit und Braun-  
kohle oft noch deutlich, bei Steinkohle und Anthrazit  
meist nicht mehr zu erkennen. Gleichzeitig geht  
damit auch eine Verringerung des Volumens vor sich,  
so daß Steinkohle nur mehr ein Achtel, Anthrazit  
nur ein Zwölftel der Mächtigkeit der ursprünglichen  
Pflanzenanhäufung besitzt.



Die Konchylienschalen, die wir in kurzer Zeit in ziemlicher Anzahl sammeln können, sind größtenteils vortrefflich erhalten. Wohl sind, wie erwähnt, oft Gehäuse zerbrochen oder abgerollt, bisweilen auch ist die Schale kreidig, brüchig, aber vielfach können wir sie gerade so wie rezente Schalen untersuchen und bestimmen. Es ist zu staunen, wie oft zarte Formen mit allen reichen Verzierungen erhalten sind. Dies zeigt uns, daß sie keine Störungen, keine Pressungen oder größere Bewegungen des sie umhüllenden Materials, des Muttergesteins, der Matrix, mitgemacht haben, daß sie ruhig in dem Sedimente eingebettet durch so lange Zeiträume bewahrt geblieben sind. Diese Molluskenschalen sind nur einem geringen Fossilisationsprozesse unterworfen gewesen, das heißt, sie haben ihre ursprünglichen Eigenschaften fast unversehrt bewahrt. Der Fossilisations- oder Versteinerungsprozeß besteht in der Regel darin, daß die organischen Bestandteile eines tierischen oder pflanzlichen Restes entfernt werden und nur die unorganischen zurückbleiben, oder daß sie durch unorganische Verbindungen ersetzt werden. So verschwinden die Weichteile der Mollusken, so werden das Konchiolin und die anderen organischen Substanzen der Schale entfernt — ausgelaugt — und es bleibt meist nur der kohlen-saure Kalk zurück. Kalk, Kieselsäure oder Pyrit (Schwefelkies) können an Stelle der organischen Substanz treten und man spricht dann von einem Versteinen schlechtweg oder in den letzteren Fällen von einer Verkieselung, beziehungsweise Verkiesung. Diese Erscheinungen werden wir aber im Verlaufe unserer Untersuchungen nicht kennen lernen. Diese verschiedenen Umwandlungen setzen meist voraus, daß das von Tag zusitzende Wasser, das der wirksamste Faktor bei allen solchen Vor-



gängen und der Träger vieler gelöster Minerale ist, Zutritt zu dem organischen Rest hat. Wenn nun, wie zum Beispiel in dem wasserundurchlässigen Tegel, der Einfluß der Tagwässer sehr gehemmt, wenn nicht ganz verhindert ist, so sind die Veränderungen, die die Fossilreste durchmachen, auch weit geringer. Deshalb sind Tegelkonchylien meist viel fester und zeigen oft noch die ursprüngliche Färbung. In Sanden werden Konchylien meist durch die Sickerwässer ausgelaugt, sie verlieren zuerst die Farbe und das Konchiolin, sie werden kreidig, brüchig, und wenn die Zerstörung noch weiter fortschreitet, verschwindet die Kalkschale ganz und es bleibt nur mehr der Abdruck des Konchyls oder die Ausfüllung, ein Modell des Innern der Schale, der Steinkern, übrig. Dabei hat gewöhnlich der Kalk der Schale dazu gedient, das Material zu verfestigen, so daß diese festen Steinkerne meist auch in verfestigtem Sediment stecken. Wir haben schon erwähnt, daß die Verkonkretionierung meist auf diesem Wege vor sich geht. In den festen Bänken kann man alle Stadien des Auflösungsvorganges beobachten. Oft zeigen die Steinkerne auch die Skulptur der Oberfläche der Schale — Skulptursteinkerne. Bei ihnen ist der Abdruck der Außenseite der Schale allmählich durch unorganisches Material ausgefüllt worden. Dies ist besonders in sehr kalkreichen Sedimenten der Fall. Bei diesem an die Verdrängungspseudomorphose der Minerale erinnernden Vorgange wirken Kieselsäure, kohlensaurer Kalk und Metallsalze mit.

Alle weichen, leicht zerstörbaren Teile des Tierleibes verschwinden durch Verwesung meist vollständig. Der Ausdruck Versteinerung ist nicht so zu verstehen, daß ein jedes organische Gebilde in Stein verwandelt (versteint) worden ist, sondern

wir haben nur mit oft geringen Überresten zu rechnen. Das Mammut, das mit Fleisch, Haut und Haaren im sibirischen Eise in gefrorenem Zustand erhalten ist, ist ein ähnlicher vereinzelt dastehender Fall wie die Erhaltung des Rhinozerosrestes in einer Naphthagrube Galiziens, wobei das Erdöl als Konservierungsmittel gedient hat. Mit solchen Vorkommnissen kann der Geologe aber nicht rechnen. Er muß sich zufriedengeben, die der Zerstörung entgangenen, oft geringen Reste zu sammeln und nach dem Muster der rezenten, heute lebenden, nahe verwandten Formen zu ergänzen. Dieser Vorgang ist bei solchen Lebensformen, die heutigen nahestehen, recht einfach, wird aber immer schwieriger, je mehr wir uns von der Jetztzeit entfernen und je fremdartigere uns begegnen.

Es können in der Regel nur Hartteile der Organismen (Pflanzen und Tiere) erhalten bleiben. Die Schalen der Foraminiferen, der Konchylien, die Hartteile von Seeigeln, Seelilien, Korallen, die Knochen und die Zähne der Wirbeltiere sind Beispiele dafür. Knochen sind infolge ihres Gehaltes an phosphorsaurem Kalk, Zähne wegen ihres Gehaltes an fluorsaurem Kalk besonders widerstandsfähig. Von zarten Resten, wie feineren Pflanzenteilen, schalenlosen Mollusken, Würmern u. dgl., findet man nur die Abdrücke, die ihre Körper vor ihrer Zerstörung in feinkörnigem Sediment erzeugt haben. Diese Abdrücke und deren Ausfüllungen ersetzen oft den organischen Rest so vollständig, daß sie Bestimmungen der Art nach (spezifische Bestimmungen) gestatten. Auch die in weiches, später verfestigtes Material eingedrückten Fuß- und Kriechspuren von Tieren muß man als Petrefakte ansehen.

Durch den Fossilisationsprozeß sehen wir also

eine gewisse Auslese eintreten, indem viele organische Reste spurlos verschwinden, andere erhalten bleiben, wobei nicht nur die Beschaffenheit der organischen Substanz, sondern auch des Sediments, in das sie eingebettet worden sind, eine Rolle spielt. Man kann also aus der Vergesellschaftung der fossilen Formen nicht gleich das Bild rekonstruieren, das die Fauna zu Lebzeiten gegeben hat. Besonders in groben Sedimenten, Schottern, Sanden, ist die Zerstörung der organischen Reste sehr beträchtlich, wohingegen in feinem Material auch die zartesten Gebilde erhalten bleiben, wie z. B. das Geäder von Insektenflügeln oder die feinsten Blattnerven, selbst wenn die organische Substanz durch Verwesung völlig verschwunden ist. Daß alle späteren Bewegungen, denen ein Sediment unterworfen ist, die Vernichtung von Organismenresten begünstigen, ist selbstverständlich.

Wenn wir die Mächtigkeit des Sediments in der Grube auch nur mit etwa 15 *m* beobachten können, so ist sie doch in ihrer Gesamtheit viel bedeutender. Eine Bohrung, die im Bahnhofs in Vöslau ausgeführt worden ist, hat den Tegel mit 152 *m* noch nicht durchfahren, durchsunken. An anderen Punkten hat man noch bedeutendere Beträge dafür gefunden. Wie man aus der heute noch tätigen Sedimentation schließen kann, erfolgt unter ähnlichen Bedingungen, wie wir sie für die Gegend von Vöslau annehmen müssen, die Ablagerung des feinen Tones ungemein langsam, vielleicht 1–2 *cm* im Jahre oder noch weniger, so daß wir mit überaus langen Zeiträumen rechnen müssen, die zur Bildung von Hunderten von Metern so überaus feinkörniger Sedimente erforderlich gewesen sind. Die Zahl der Jahre anzugeben, die dabei in Rechnung zu ziehen sind, ist der Natur

der Sache nach unmöglich, da sich die Sedimentationsbedingungen rasch und beträchtlich ändern, so daß an einer Stelle 10 m und an einer andern 10 cm des gleichen Materials in gleicher Zeit abgelagert werden können. Immerhin aber müssen wir mit nach unseren Begriffen unmeßbaren Zeiträumen rechnen, für deren Bewertung uns das Verständnis fehlt.

---

Von der Ziegelei wandern wir durch den Ort Vöslau zu den städtischen Bädern. Hier dehnt sich inmitten des alten Parkes der Badeteich aus, der von einer warmen Quelle gespeist wird. Das Wasser quillt aus einem freistehenden, runden Aufsätze an einer seichten Stelle des Teiches auf und fließt daraus in das Bassin über. Seine Menge ist 1200 hl in einer Stunde. Seine Temperatur beträgt 23° C. Es ist ganz klar, geruchlos, ohne Geschmack und gibt beim Kochen einen weißen Niederschlag. Die chemische Analyse hat einen geringen Gehalt an mineralischen Bestandteilen — 5.9 Teile in 10.000 Teilen Wasser — ergeben. Diese reiche Quelle sowie zwei andere schwächere sind es, auf denen der Ruf der Stadt als Badeort beruht.

Hart hinter dem Bade erhebt sich das Gebirge ziemlich steil und zieht in fast südnördlicher Richtung gegen Baden, das sich ähnlich wie Vöslau an seinen Fuß anschmiegt. Wir erreichen die Stadt am besten mit der elektrischen Bahn. Unser erster Gang ist zur sogenannten Ursprungsquelle, die die älteste, schon zu Römerzeiten benutzte und wärmste Quelle der Stadt ist. In Verbindung mit dem Kursaal erhebt sich ein kleines Gebäude, das den Zugang zu einem in den Felsen des Gebirges gehauenen horizontalen Gange, Stollen, bildet. Wir treten



ein und uns schlägt schon ein warmer Dunst mit deutlichem Schwefelwasserstoffgeruch entgegen. Wir gelangen in eine kammerartige Erweiterung des Ganges und gewöhnen uns bald an das herrschende Halbdunkel. Wir stehen vor einem brunnenartigen Schacht, der sich tief in den Boden hinein öffnet und bis oben mit kristallhellem Wasser gefüllt ist. Dieses ist in leichter Wallung begriffen, die durch zahlreiche große aufsteigende Gasblasen bewirkt wird. In der Tiefe erkennen wir vorragende Zacken eines festen Gesteins, in dem sich eine enge Kluft öffnet. Dies ist der Fels des Untergrundes, auf dem der Brunnenschacht aufgemauert ist. Aus der Kluft steigen die Gasblasen unregelmäßig auf und zeigen den Weg an, auf dem der starke Zufluß — 400 hl in einer Stunde — erfolgt. Der Auftrieb des Wassers ist so stark, daß sich sein Spiegel beträchtlich über das Terrain erhebt. Die Temperatur beträgt 36° C. Es besitzt einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff, der zum Teil im Wasser absorbiert, zum Teil dem in den Blasen aufsteigenden Gase beigemengt ist. Die chemische Analyse des Wassers hat einen Gehalt von 19.3 Teilen mineralischer Bestandteile in 10.000 Teilen ergeben. Die Wände des Raumes sind feucht und mit einem weißen, sinterartigen, bröckeligen Überzuge bedeckt, der sich als schwefelsaurer Kalk, Gips, erweist.

Neben der Ursprungsquelle gibt es im Gebiete der Stadt Baden eine ganze Reihe anderer warmer Quellen, von denen 16 stärkere bekannt sind. Sie steigen alle, soweit sie eingehend untersucht sind, aus den unregelmäßigen Klüften auf, die das feste Gestein des Untergrundes durchsetzen, und besitzen eine verschieden hohe Temperatur, die aber immer höher ist als das Jahresmittel der Lufttemperatur. Solche Quellen nennen wir warme, akrato-

thermale oder schlechtweg thermale Quellen oder Thermen (Akratothermen; akratos = ungemischt, stark, heftig, thermos = warm). Die Temperatur der Mehrzahl der Quellen ist im allgemeinen dem Jahresmittel der Lufttemperatur gleich; wir heißen sie Orthothermen (orthos = richtig). Das Jahresmittel der Temperatur von Baden beträgt  $10.7^{\circ}\text{C}$  und wir bezeichnen alle Quellen, die eine höhere Temperatur besitzen, schlechtweg als thermal. Diese höhere Temperatur können sie nur aus dem Erdinnern erhalten, sei es daß sie ganz aus größerer Tiefe der Erdrinde stammen oder von dort empordringende Zuflüsse aufnehmen. Bekanntlich nimmt die Temperatur mit der Tiefe unter der Erdoberfläche zu, und zwar beträgt die Zunahme  $1^{\circ}\text{C}$  auf etwa  $35\text{ m}$  Tiefe oder mit anderen Worten: die geothermische Tiefenstufe ist zirka  $35\text{ m}$ . Dieser Betrag schwankt je nach der Beschaffenheit des Gesteins und nach örtlichen Verhältnissen. Wasser, das aus größerer Tiefe kommt, wird also mit einem gewissen Verluste infolge der Wärmeabgabe an das Gestein, durch das es seinen Weg genommen hat, die Temperatur besitzen, die es an seinem Ursprungsorte besessen hat. Da die Temperatur der Ursprungsquelle also etwa  $26^{\circ}$  über dem Jahresmittel liegt, muß sie aus mindestens  $26 \times 35\text{ m} = 910\text{ m}$  stammen. Es müssen also Klüfte, Sprünge und Spalten die Erdrinde durchsetzen und in die Tiefe reichen, aus der das Wasser aufsteigt. Infolge der höheren Temperatur und des Auftriebes der zahllosen Gasblasen sowie infolge des Druckes, den vielleicht wie in kommunizierenden Gefäßen höher stehende Wassersäulen ausüben, wird es zutage getrieben. Quellen, bei denen dies mit lebhaft wallender Bewegung geschieht, heißen Sprudel. Da sich die Ge-iso-

thermen, das sind die Linien gleicher Wärme des Erdinnern, wie Untersuchungen in Bergwerken und Tunnels gezeigt haben, dem Relief der Erdoberfläche anpassen, in Gebirgen ansteigen und sich in Niederungen senken, kann eine heiße Quelle auch entstehen, ohne daß sie aus der Tiefe aufsteigt,

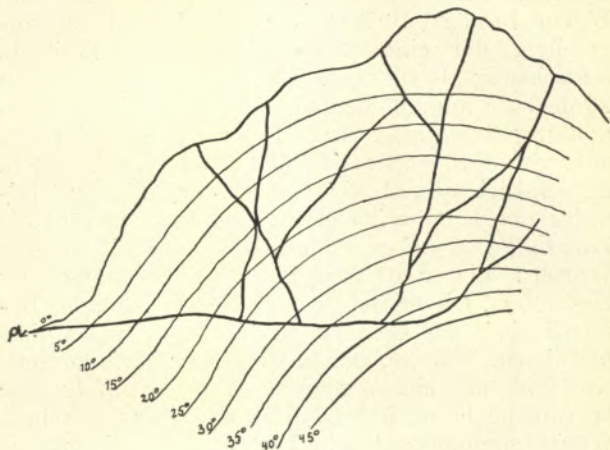


Fig. 5.

Das auf Spalten einsickernde Wasser gelangt in Tiefen höherer Temperatur und tritt in einer geringeren Meereshöhe, wo das Jahresmittel der Temperatur  $0^{\circ}$  ist, als Therme (a) zutage. Die mehr minder parallel verlaufenden Linien stellen die Ge-isothermen, die Linien gleicher Temperatur des Erdinnern vor.

wenn das in einem Gebirge einsickernde Wasser an seinem Fuße wieder zutage tritt, nachdem es in solche Regionen gelangt ist, die eine viel höhere Temperatur besitzen. Siehe Fig. 5.

Solche Quellen besitzen entsprechend den größeren oder geringeren Niederschlägen schwan-

kende Ergiebigkeit und ihnen ist fast stets eine ebenfalls wechselnde Menge kalten Wassers beigemengt. Sie zeigen daher auch Schwankungen ihrer Temperatur, die also meist sinkt, wenn die Wassermenge wächst.

Warme Quellen können verschiedene Temperaturgrade bis zum Siedepunkt besitzen, wie z. B. die von Hammam Meskutin in Algier, die 96° C erreichen, also kochend zutage treten. Die Ursprungsquelle hat eine wenig schwankende Temperatur und Wassermenge. Dies ist ein Zeichen, daß ihr wenig kalte Tagwässer beigemengt sind, die je nach dem größeren oder geringeren Niederschlag verschieden ergiebig sind. Von der Erdoberfläche stammende kalte oder wie im obigen Beispiele auch warme Quellen werden vadoso (seichte) oder deszendierende (absteigende) Quellen genannt; im Gegensatze zu ihnen bezeichnet man solche, die aus der Tiefe aufsteigen, als juvenil oder jung. Ihr Wasser stammt aus dem Erdinnern und erreicht zum ersten Male die Erdoberfläche. Die Thermen von Baden und Vöslau sind wohl größtenteils juvenil, wenn auch vadoses Wasser beigemengt ist. Alle Orthothermen sind vados. Sie werden von den atmosphärischen, meteorischen Wässern, dem Niederschlag, gespeist.

Die Badener Quellen enthalten eine große Menge von mineralischen Stoffen gelöst, die durch die Analyse ermittelt werden. Unter ihnen überwiegen schwefelsaurer Kalk und schwefelsaures Natron, weshalb die Quellen als Schwefelquellen bezeichnet werden. Daneben findet sich Chlormagnesium und Chlorkalzium und kohlensaurer Kalk. Im allgemeinen heißt man jede Quelle, die eine größere Menge von mineralischen Substanzen gelöst enthält, eine Mineralquelle. Ist dieser



Gehalt sehr gering, wie z. B. bei der Vöslauer Quelle, so sprechen wir von indifferenten Wässern. Völlig chemisch rein ist kein auf oder in der Erde befindliches Wasser. Quellen, die aus salzhaltigem Gestein zutage treten, enthalten Mengen von Kochsalz gelöst und werden als Salzquellen oder Solen bezeichnet. Säuerlinge heißen Quellen, die einen größeren Gehalt an Kohlensäure besitzen, und sind in ihnen Eisenverbindungen gelöst, nennen wir sie Eisensäuerlinge.

Die Gasblasen, die in der Ursprungsquelle aufsteigen, und der Wasserdunst enthalten auch flüchtige Schwefelverbindungen, durch die der Kalkstein der Höhle und des Stollens angegriffen wird, so daß sich schwefelsaurer Kalk, Gips, bildet, der als ein mürber Belag die feuchten Wände bedeckt. Von ihnen rührt auch der Geruch nach Schwefelwasserstoff her.

Die Lösungskraft von Wasser wird sehr erhöht durch eine höhere Temperatur und durch den Gehalt an Kohlensäure, die es in geringer Menge von der Erdoberfläche, in größerer aus dem Erdinnern mitbringen kann. Dadurch wird es befähigt, besonders kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia in größerer Menge zu lösen und wird dann als hartes Wasser bezeichnet. Wasser, das arm an kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia ist, ist weich. Da die meisten Quellen auf ihrem Wege durch die oberflächlichen Gesteinsschichten Kalk auflösen und mit sich führen, sind sie meist hart, während Bach- und Flußwasser weich ist.

Wir verlassen die Ursprungsquelle und wandern durch die Straßen der Stadt nach dem Helenentale. Auf diesem Wege merken wir wiederholt den Geruch von Schwefelwasserstoff, der in der Nähe der Thermen bemerkbar ist, die an verschiedenen Punkten

hervorbrechen und meistens auch gefaßt und zu Badezwecken verwendet werden. Auch in dem Bette des Schwechatflusses tritt thermales Wasser zutage. Bevor wir den Aquädukt der Wiener Hochquellenleitung erreichen, wenden wir uns zur linken Hand und steigen an dem Friedhofe von St. Helena vorbei zu dem als Rauchstallbrunngraben, Weichselthal, bezeichneten engen Tale hinan, das sich gegen die Niederung öffnet. Wir treffen hier eine starke, frische Quelle, die aus festem Gestein entspringt, das diesen Teil des Gebirges aufbaut und an vielen Stellen in Felspartien ansteht.

Die Quelle besitzt eine Temperatur, die wenig von dem Jahresmittel der Gegend abweicht, und zeigt eine wechselnde Wassermenge zu verschiedenen Jahreszeiten. Nach einer regenreichen Zeit ist sie ergiebiger, nach einer längeren Trockenperiode ist der Ausfluß viel schwächer. Dies zeigt offen, daß sie von den Niederschlagswässern gespeist wird, die auf den benachbarten Berghöhen niederfallen, daß sie vados ist. Bekanntlich verdunstet in unserem Klima etwa ein Drittel des Niederschlags der meteorischen oder atmosphärischen Wässer sofort oder wird zum Teil durch die Pflanzendecke vorübergehend festgehalten, ein Drittel fließt oberflächlich ab und nur der Rest sickert in den Boden ein. Und dies geschieht um so leichter, je durchlässiger er ist. Felsiger Boden kann ein leichtes Durchsickern nur gestatten, wenn er zerklüftet ist. Wenn wir die nackten Felsen betrachten, die in der Umgebung überall anstehen, so sieht man, daß sie von vielen feinen Rissen und gröberen Klüften durchsetzt sind, die das Eindringen des Wassers gestatten. Aber wenn wir auch ein Stück von ganz dichtem, also anscheinend undurchlässigem Gestein abschlagen, so werden wir immer die frische Bruch-

fläche feucht finden, selbst wenn es von einem fern von der Oberfläche liegenden Punkte stammt. Dieser Wassergehalt, der fast ausnahmslos allen Gesteinen der uns bekannten Erdrinde eigen ist, heißt die Bergfeuchtigkeit.

In lockerem Boden, in Sand- und Kiesboden, dringt das Wasser in die Zwischenräume rascher ein und deshalb ist hier die versiegende Menge größer. Tonige, lehmige Böden sind wenig durchlässig oder undurchlässig, wie wir schon in der Vöslauer Ziegelgrube auseinandergesetzt haben. Sie sind feucht, weil sie das Wasser zurückhalten, zeigen Neigung zu Sumpfbildung. Auf ihnen fließt ein größerer Teil des Niederschlags und rascher ab, die Wasserläufe in einem solchen Gebiete zeigen große Schwankungen ihrer Wasserstände, sie haben Wildbachnatur, wie zum Beispiel die Wien, deren Verheerungen erst durch eine umfangreiche Regulierung gehemmt werden konnten.

Quellen entstehen nur in durchlässigem Gestein. Das auf einem großen Gebiete gefallene Niederschlagswasser, Regen- oder Schneeschmelzwasser, sickert ein, zahlreiche sehr feine Wasserfäden vereinigen sich und treten an geeigneten Stellen zutage. Vom Klima und dem geologischen Baue einer Gegend hängt es daher ab, ob und an welchen Punkten sich Quellen finden und welche Beschaffenheit ihr Wasser hat. Wo wenig Niederschlag fällt, wird es wenige Quellen geben. In trockenen Gebieten oder zu trockener Jahreszeit sind die Bedingungen für die Entstehung von Quellen sehr ungünstig. Sie fehlen daher ganz, beziehungsweise versiegen sie, wenn der Zufluß mangelt.

Die meisten Quellen folgen einfach von ihrem Einsickerungsgebiete ab dem Gesetze der Schwere; ihr Weg ist ein geneigter Kanal, der aus den Klüften

und Sprüngen des Gesteins besteht. Auch auf oder zwischen wasserundurchlässigen Schichten, auf den Schichtfugen kann sich das Wasser bewegen. Diese Quellen werden absteigende genannt.

Es ereignet sich aber oft, daß das Wasser auf seinem Wege zur Tiefe aufgehalten wird und sich auf Klüften oder in Schichtfugen unter hydrostatischem Druck nach dem Gesetze der kommunizierenden Röhren wieder nach oben bewegt und erst dann zutage treten kann. Solche Quellen heißen aufsteigende. Sie bedingen einen gestörten Bau des Quellgebietes. Sie sind wegen ihres größeren Zuflußgebietes meist beständiger und wasserreicher. Viele Thermen werden zu ihnen gerechnet werden müssen.

Im Rauchstallbrunngraben (Weichseltal) gelangen wir zu einem großen Steinbruch, der an der Südseite des kleinen Tales die Bergwand anschneidet. Die gegen 35 m hohe, senkrechte Ost-West verlaufende Wand des Bruches zeigt gleich, daß hier überaus festes, widerstandsfähiges Gestein anstehen muß. Der erste Eindruck, den wir gewinnen, ist, daß die dickbankigen Schichten nach links (vom Beschauer gerechnet) gegen die Ebene geneigt sind. Diese Neigung von Westen gegen Osten zeigt aber nicht das Fallen an, sondern dieses ist gegen Südosten schräg in die Wand hinein gerichtet. Der Fallwinkel ist in den verschiedenen Partien wechselnd und beträgt meist zwischen 20° und 30°. Die Schichten sind nicht parallel gelagert, sondern man erkennt zur Linken wie zur Rechten ein Zusammenlaufen (Konvergieren) der Schichtlinien, das im Westen — gegen das Gebirge — zu einem völligen Auskeilen einer großen Gesteinspartie führt. Wir haben hier also eine linsenförmige Einlagerung von etwa 10 m Dicke vor uns.



Wir treten nun näher an die Felswand heran und finden in der Tiefe der Grube gegen das Gebirge zu im Liegenden der ganzen Schichtreihe ein graues, ungebanktes, festes Gestein, das von zahlreichen Klüften und Sprüngen durchsetzt ist, die, wenn sie stärker sind, meist mit Kristallen von Kalkspat ausgefüllt sind. Das Gestein ähnelt sehr einem Kalkstein, ist aber nicht reiner kohlenaurer Kalk, sondern es enthält auch kohlenaurer Magnesia, Bittererde, wir nennen es Dolomit. Es unterscheidet sich vom Kalke dadurch, daß es mit kalter, verdünnter Salzsäure befeuchtet nicht aufbraust, was beim kohlenaurer Kalke der Fall ist. Erst mit erwärmter Salzsäure zeigt es diese Erscheinung.

Oft ist das Gestein so zerklüftet, daß es aus lauter eckigen Bruchstücken besteht, ein breccienartiges Aussehen besitzt. Unter Breccie verstehen wir ein aus eckigen Gemengteilen durch ein Bindemittel (Zement) gebildetes festes Gestein. Da wir hier aber kein Bindemittel die einzelnen Stücke verbinden (verkitten) sehen, so können wir nicht von einer echten Breccie sprechen. Das Bindemittel von Breccien ist meist Kalk.

Auf der unregelmäßigen, stark gegen Osten geneigten Oberfläche des Dolomites liegt bis etwa 10 m mächtig aufgeschlossen eine Breccie, deren einzelne Bestandteile sehr geringe Größe besitzen und die als feinkörnig bezeichnet wird. Sie ist ein Gemenge von meist eckigen Bruchstücken von grauem, rötlichem oder geblichem Kalkstein oder Dolomit, die durch hellgrauen Kalk als Bindemittel verkittet sind. Die Größe der einzelnen Bestandteile überschreitet selten Haselnußgröße. Das Gestein ist ungemein fest und zeigt keine Schichtung oder nur Andeutung einer solchen. Da die durchsickernden Wässer den Dolomit leichter und daher rascher

lösen als den kristallinen Kalk des Zementes, sind die Brocken oft ganz aufgelöst und es bleiben nur die unregelmäßigen Höhlungen erhalten, wodurch das Gestein ein löcheriges (bei den Arbeitern „luckiges“) Aussehen besitzt. Diese löcherigen Partien sind auf gewisse Horizonte des Gesteins beschränkt, die wohl eine größere Durchlässigkeit für Wasser besitzen. Größere Hohlräume sind oft von Kalkspatkristallen erfüllt oder auch nur ausgekleidet, wodurch Hohldrüsen entstehen. Bisweilen sieht man rundliche Einschlüsse (Butzen) von braunem Ton bis zu Kindskopfgröße — sogenannte Tongallen — in dem Gestein. Sie stellen wohl Einschwemmungen vor.

Starke, senkrechte Klüfte durchsetzen das Gestein und sind ebenfalls oft mit Kalkspat ausgefüllt. Solche mit fremder Gesteinsmasse erfüllte Spalten, die eine größere Stärke besitzen, nennen wir Gänge. Sind sie durch Absätze von Minerallösungen erfüllt, so heißen sie Mineralgänge — handelt es sich um metallführende Minerale, so sprechen wir von Erzgängen. Diese sind von größter praktischer Bedeutung, da sich der Bergbau auf Metalle fast ausschließlich auf ihnen bewegt.

Die Entstehung von Klüften kann durch verschiedene Vorgänge bewirkt werden. Wenn feuchte Tone eintrocknen oder glutflüssige Massen erstarren, werden sie von Spalten durchsetzt, oder wir sehen, daß bei Erdbeben feste Gesteine infolge der heftigen Erschütterung von Sprüngen durchzogen werden. Die später zu besprechenden Bewegungen der festen Erdrinde, die wir als die Ursache der meisten Beben ansehen müssen, haben also auch die Zerklüftung der Gesteine zur Folge. Von Versteinerungen sieht man in diesem Schichtgliede kaum Spuren, ein Zeichen, daß der Prozeß

der Verfestigung des Materials alle organischen Reste zerstört hat, die den Kalkspat des Bindemittels geliefert haben. Hie und da sieht man weiße astförmige oder im Durchschnitte konzentrisch-schalige Kalkgebilde, die organische Herkunft verraten. Es sind dies Bruchstücke von Kalkalgen, deren häufigste Gattung *Nullipora* oder *Lithothamnium* genannt wird. Nulliporen oder Lithothamnien sind Algen, die aus dem Meerwasser beständig Kalk entnehmen, mit dem sie ihre Achse und Äste überkleiden. Sie haben knollen-, rasen- oder baumförmige Gestalt und finden sich an flachen Küsten und Untiefen bis 50 m Tiefe. Sie bilden meist Riffe in Gemeinschaft mit Korallen und Bryozoen. Ihre festen Kalkgebilde enthalten etwa 54% kohlensauren Kalk und 5·5% kohlensaure Magnesia. Die oberen Partien verkalkter Lithothamnienrasen zeigen noch deutlich die organische Struktur, die älteren Teile sind aber durch Umwandlungsvorgänge (Diagenese), Lösung und Wiederabsatz so verändert, daß diese meist ganz verschwindet. Die Ästchen zeigen im Durchschnitte einen Bau aus starken, konzentrisch-schaligen Lamellen. Die Knollen sind ein Gewirre von krummen Ästchen und besitzen eine runzelige Oberfläche. Die Farbe des Kalkes ist meist rein weiß, bisweilen gelblich. Der Lithothamnienkalkstein besitzt gewöhnlich infolge toniger Beimengungen eine hellgraue oder gelbliche Färbung. Auch ist oft gröberes terrigenes Material in den Zwischenräumen der Ästchen abgesetzt. Den Breccien ist das von Organismen stammende (organogene) Material untergeordnet beigemischt. Diesen phytogenen (von Pflanzen gebildeten) Absätzen analoge Ablagerungen können durch verschiedene Tiere bewirkt werden, wie die bekannten Korallenkalke, Anhäufungen von Mollusken (Mu-

schelkalke) u. dgl. Bei allen diesen ist die organische Struktur bald mehr, bald weniger durch die Diagenese verändert. Wir verstehen darunter alle inneren Vorgänge, die die Beschaffenheit eines Sediments verändern. Dazu gehören die Verkittung des Materials, die Auslaugung durch Sickerwässer, die chemischen Umwandlungsvorgänge usw.

Wir haben neben den minerogenen, aus der Zerstörung fester Felsarten hervorgegangenen detritären (von detero = ich reibe ab), mechanischen oder klastischen Sedimenten nun eine zweite Art kennen gelernt, die durch den Lebensprozeß von Pflanzen und Tieren entsteht. Diese organogenen Bildungen können auch wieder mechanisch zerstört und detritär abgelagert werden.

Die Oberfläche der Breccien ist, wenn sie längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, blauschwarz gefärbt. Man erkennt bald, daß dies durch den Einfluß der atmosphärischen Wässer unter Mitwirkung von Mineralverbindungen, besonders Manganoxyd geschieht. Von solcher manganhaltiger Infiltration (Durchdringung) der Gesteine rühren auch die sogenannten Mangandendriten (dendron = der Baum) her, das sind baum- oder moosförmige, dunkle Zeichnungen, die man oft beim Zerschlagen von Gesteinen antrifft. Sie sind auf äußerst feinen Klüften nach der Art der Eisblumen auf den Fenstern gebildet.

Diese Breccien sind ein terrigenes, vom Festlande stammendes, durch die Tätigkeit des bewegten Wassers aufgeschüttetes, mechanisches Sediment. Wir müssen uns vorstellen, daß die Zerstörung der Dolomite und Kalke, die das Gebirge der nächsten Umgebung aufbauen, eine große Menge von feinem, eckigen Material — Grus (Detritus) — geliefert hat, das von den zum Meere strömenden Wässern



fortgeführt und in unmittelbarer Nähe des Gestades, in der sogenannten Litoralregion (litos = die Küste), abgelagert worden ist. Es ist dies eine litorale Bildung. Der Zement, der die ursprünglich losen Bruchstücke verkittet, ist wohl durch die Auflösung und den Wiederabsatz leicht löslicher Kalkverbindungen entstanden. Er ist eine chemische Bildung. Wie wir gleich sehen werden, scheinen kalkige organische Reste den Kalk geliefert zu haben. In der Breccie finden wir sie nicht mehr, aber ganz geringe Spuren zeigen uns an, daß diese nicht ganz fossilieer ist. Die organischen Reste sind nur fast vollständig zerstört worden.

Über diesen ungebankten oder undeutlich gebankten Breccien folgt eine Wechsellagerung von ähnlichen Breccien, in denen aber abgerundete Körner und Gerölle von Sandsteinen und Kalkmergeln — durch Ton verunreinigten Kalken — von sogenanntem Flyschgestein<sup>1)</sup> eingestreut sind, mit Bänken eines losen, sandigtonigen, etwas kalkigen Materials, das als mergelig bezeichnet wird. Die Färbung dieser sandigen Mergel, die gar nicht verfestigt sind, ist gelblichbraun oder rötlich und sie haben meist  $\frac{1}{2} m$  Mächtigkeit. Sie bestehen aus Körnern von Kalk und Dolomit, von Quarz und festem Kalkmergel der Flyschgesteine und Ton. In ihnen treten zahlreiche ästige oder knollige Gebilde auf, deren Oberfläche eine feine, netzartige oder gegitterte Zeichnung zeigen. Es sind dies Kolonien von Bryozoen (Mooskorallen) meist der Gattungen *Cellepora* (kugelig) und *Lepralia* (ästig). Manche Partien, besonders die

---

<sup>1)</sup> Mit diesem Schweizer Lokalausdrucke bezeichnet man die überaus einförmigen Sandsteine, Mergel und Schiefer, die die nördlichste Zone der Alpen aufbauen.

an der Grenze gegen die liegenden Breccien, sind intensiv rötlichbraun gefärbt. Diese Färbung rührt von einem Gehalte an Eisenocker (Eisenoxydhydrat) her.

Der Übergang von den Breccien der Basis zu der dünnbankigen Ausbildung geschieht nicht ganz unvermittelt. Es stellt sich eine mürbe, brecciöse Bank schon im oberen Teile der sonst ungebankten Breccien ein. An der Basis des dünnbankigen Schichtgliedes treten Reste von Organismen auf, darunter große, plumpe Seeigel (Gattung *Clypeaster*). Gegen Osten sind die Mergellagen infolge ihrer tiefen Lage leichter zugänglich. Man kann sie dort gut studieren. Die größte Mächtigkeit dieser wiederholten Wechsellagerung von Breccien und Mergel erreicht wie erwähnt 10 m. Dieser Wechsel verschiedener Gesteine zeigt, daß die Sedimentationsbedingungen hier wiederholt eine Veränderung erfahren haben, daß neben dem eckigen Material auch abgerolltes herbeigeführt worden ist. Diese Abrollung wird in Flüssen oder in der Brandung durch das Scheuern der einzelnen Gesteinsbrocken aneinander bewirkt. Da das Gestein der Gerölle in der Umgebung, also im Bereiche des alten Ufers, nicht ansteht, muß es aus dem Hinterlande stammen und durch Wasserläufe herbeigeführt worden sein. Es stammt, wie die Gerölle in der Vöslauer Ziegelgrube, aus der Flyschzone der Alpen. Das Auftreten von Nulliporen und animalischen Resten zeigt schon günstigere Lebensbedingungen an. Es dürfte die Sedimentation nicht mehr so rasch vor sich gegangen, das Wasser nicht mehr so stark getrübt gewesen sein. Doch der Übergang war nicht plötzlich, sondern es lösten sich Zeiten ruhiger Sedimentation (Bryozoenmergel) mit Stadien stärkerer Ablagerung (Breccien) ab.

Der Gehalt an Nulliporenästchen und -knollen nimmt in den Breccien gegen oben zu. Die höheren Bänke sind weit kalkreicher und in dem Teile der Wand, der zur Linken ober der Tür eines Kellers liegt, erkennt man ein an Kalkalgen sehr reiches Gestein, das man als Nulliporen- (Lithothamnien-) Kalk bezeichnen kann. Die organische Struktur ist in ihm noch immer gut kenntlich. Es zeigt die Ausbildung als Kalkalgenrasen, wie die wuchernden Polster dieser Pflanzen bezeichnet werden.

Das Auskeilen der dünnbankigen Linse von Breccien und Mergeln nach Osten und Westen läßt erkennen, wie sich eine Bildung gegen die Seite verlieren kann und von anderen, hier im Westen von ungebankten Breccien ersetzt oder verdrängt wird. Dieser Wechsel der Ausbildung eines Sedimentes, der Fazieswechsel geht oft sehr rasch vor sich, so daß sich linsenförmige Partien ablösen. Es kann aber auch der Fall sein, daß ein Sediment seitlich ganz allmählich in ein anderes übergeht, indem es seine Beschaffenheit ändert. So kann Ton durch Anreicherung von Sand in sandigen Ton und endlich in Sand übergehen, so verwandelt sich reiner Kalk durch Aufnahme von Ton langsam in Mergel usw. Insbesondere in senkrechter Richtung zur Küstenlinie erfolgt wie in unserem Beispiele ein rascherer Fazieswechsel, da die groben Sinkstoffe nahe dem Ufer niederfallen und in größerer Entfernung allmählich von feinkörnigerem Material abgelöst werden.

Über der linsenförmigen Einlagerung folgt eine 3—4 m mächtige Bank von feinkörniger Breccie, die sich durch die dunklere Außenfärbung gut abhebt. Das frische Gestein ist aber ebenfalls hellgraublau oder gelblich bis rötlich, je nach den Bestandteilen, die die gleichen sind wie vorhin. Es ist also wieder

ein Wechsel in den Sedimentationsbedingungen zu erkennen, ein Überhandnehmen groben, aus der Nähe stammenden klastischen Materials. Es scheinen Verhältnisse eingetreten zu sein, wie wir sie an der Basis der Schichtfolge beobachtet haben. Es müssen entweder dieselben Partien des Küstengebietes in den Bereich der Brandung gekommen sein, die es zu Grus aufarbeitete, oder es muß eine stärkere Zerstörung der benachbarten Gegend des Festlandes stattgefunden haben und eine erhöhte Transportkraft fließenden Wassers eingetreten sein. Diese Frage können wir noch nicht entscheiden. Wir sehen aber, daß die Lebensbedingungen für Kalkalgen und manche Mollusken gegeben waren, weil wir deren Reste, wenn auch in schlechter Erhaltung, vorfinden. Es sind meist Steinkerne oder Abdrücke von Muscheln oder Schnecken, die in dem Gesteine gefunden werden. Und zwar sind es auffällig große, dickschalige und plumpe Formen, die hier auftreten.

Die Lithothamnien nehmen in den obersten Partien schon beträchtlich zu und bilden stellenweise einen ziemlichen Bruchteil der Gesteinsmasse.

Darüber liegt eine nur bis 1 m starke Schicht von weißem, kreidigen, losen oder mürben, mergeligen Material, das äußerst kalkreich und von unregelmäßigen, oft nierenförmigen Knollen von Nulliporen erfüllt ist. In dem weichen Sedimente haben die Nulliporen wohl keine so günstigen Existenzbedingungen gefunden, daß sie sich als wuchernde Rasen entwickelt hätten, aber sie konnten sich allseitig frei ausbilden. In dieser Bank finden sich Reste von großen Seeigeln (*Clypeaster*), deren Kalkgehäuse auch in Bruchstücken an den nach dem Rhomboeder orientierten Bruchflächen erkennbar sind. Ihr Körperskelett besteht nämlich aus rhomboedrischem Kalkspat.



Als oberstes Glied ist eine bis 4 m starke Bank eines unreinen, stellenweise mergeligen Kalksteins, der ganz aus Ästchen und Knollen von Lithothamnium gebildet ist, aufgeschlossen. Oft tritt die Verunreinigung zurück und das Gestein ist weiß bis hellgelb und sehr fest. Dies ist ein gewachsener Rasen von Kalkalgen, der als primärer oder originärer Lithothamnienkalk bezeichnet wird. Nach seinem besonders typischen Auftreten im Leithagebirge wird er Leithakalk genannt. Manche Partien sind aber mehr mürbe und bestehen aus einem Zerreibsel von solchen Kalkalgen, das wieder durch einen kalkigen Zement zusammengebacken ist. Es ist dieser oft auch sehr feste und dichte Kalkstein also nicht gewachsen, sondern sekundär gebildet und heißt detritärer oder sekundärer Leithakalk.

Die zu oberst gelegenen Gesteinspartien sind in dünne, unregelmäßige Bänke von etwa 20 cm Stärke gesondert und von vertikalen Rissen und Klüften durchsetzt. Dies ist aber keine Bankung, wie sie sich bei der Sedimentation einstellt, es sind Zersetzungserscheinungen, die durch die Wirkung des einsickernden Wassers, besonders im Zustande des Gefrierens, bewirkt werden. Bekanntlich besitzt Wasser von 4° C seine größte Dichte und sein kleinstes Volumen und dehnt sich beim Gefrieren aus. Das in den Gesteinen enthaltene Wasser löst daher beim Gefrieren mit großer Gewalt den Zusammenhang der Gesteinspartikel und sprengt die festesten Felsarten. Diese Frostwirkung macht sich so tief in den Boden hinein bemerkbar, wie weit er gefriert. Großenteils tritt dadurch eine Auflösung des ungebankten Gesteins in horizontale Platten und eine vertikale Zerklüftung ein.

Diese oberflächlichen gelockerten Massen ge-

raten nun unter dem Einflusse der Schwerkraft, durchtränkt von Sickerwasser oder unter dem Drucke des wiederholt gefrierenden Wassers in eine gleitende Bewegung nach abwärts. Wir sprechen dann von einem verrutschten Terrain. Der Boden ist hier von Nulliporengras bedeckt, so daß man schon daraus auf das in der Tiefe anstehende Gestein schließen könnte.

Gegen die Westwand des Bruches verschwinden die dünnbankigen Lagen durch Auskeilen und die im Liegenden auftretenden Breccien vereinigen sich mit den hangenden, so daß hier eine ziemlich einheitliche Felswand den Bruch begrenzt.

Die Schichten sind konkordant gelagert. Die Unregelmäßigkeit, die die Linse in die Lagerung bringt, ist durch keine Störung verursacht, sondern nur durch einen Wechsel in den Sedimentationsbedingungen. Wir haben wiederholt beobachtet, daß Klüfte und Sprünge das Gestein durchsetzen. Sie haben meist vertikalen Verlauf und sind zum Teil offen, zum Teil von kristallinischem Kalkspat ausgefüllt. Solche ausgefüllte Klüfte werden als Gänge, wenn sie schwächer sind, als Trümer bezeichnet. Bisweilen sind nur die Wände mit Kristalldrusen überkleidet, die dann meist eine sehr schöne Ausbildung der einzelnen Kristallindividuen zeigen. Diese Ausfüllungen und Überzüge entstehen dadurch, daß das durchsickernde Wasser die gelösten Minerale beim Verdunsten absetzt. Die Klüfte des Gesteins sind von Wichtigkeit für das Auftreten von Quellen, weil sich auf ihnen das Wasser leicht fortbewegt. Da sich an solchen Spalten oft die beiden aneinander grenzenden Gesteinspartien verschoben haben oder, wie man mit einem bergmännischen Ausdrucke sagt, gegeneinander verworfen sind, so nennt man diese

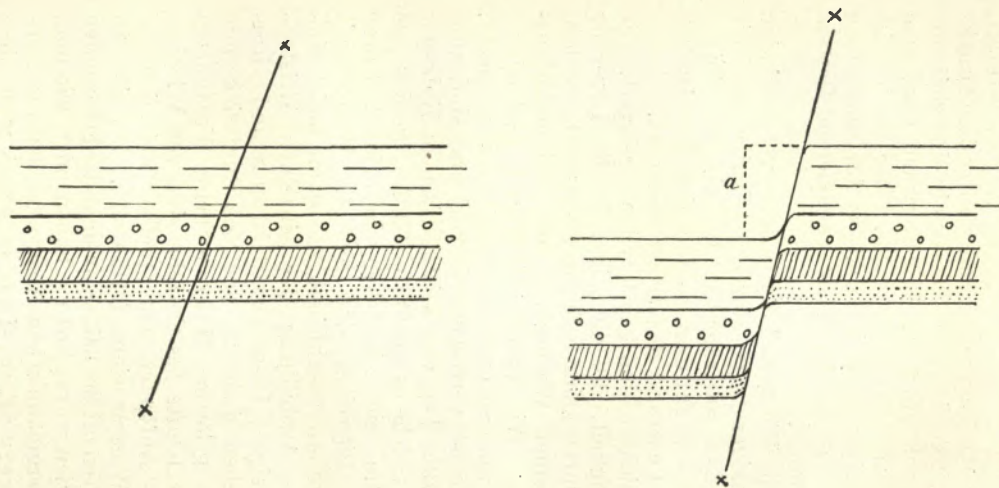


Fig. 6.  
Verwerfung im Profil.

Eine Schichtfolge wird durch eine Kluft  $\times \times$  geschnitten und der linke Flügel ist abgesunken.  
 $a$  Sprunghöhe.

Spalten auch Verwerfungen und Quellen, die an ihnen auftreten, Verwerfungsquellen. Ist an einer Spalte eine Gesteinspartie gegen die andere

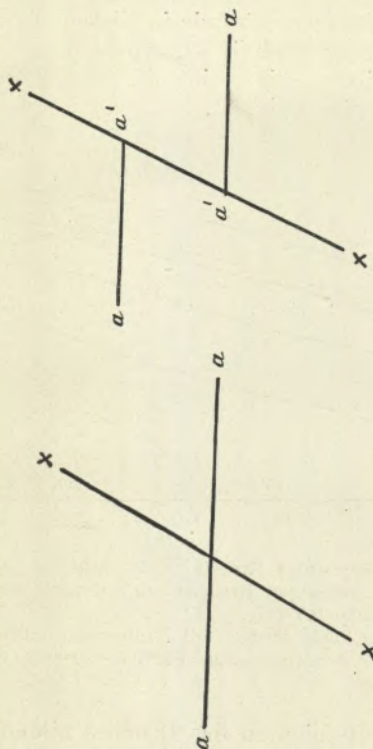


Fig. 7.  
Blattverschiebung in Draufsicht.  
Durch die Kluft  $xx$  wird die Linie  $aa$  geschnitten und in horizontalem Sinne verschoben,

gesenkt, so spricht man schlechtweg von einer Verwerfung (Fig. 6). Den Betrag, um den sich dieses Absenken vollzogen hat, nennt man die Sprunghöhe. Man kann in dem Bruche an einigen Verwerfungen solche allerdings nicht bedeutende



Absenkungen erkennen. Verschieben sich die beiden Gesteinspartien an einer Bruchlinie in horizontalem Sinne, so spricht man von einer Blattverschiebung (Fig. 7).

Die Beobachtungen, die wir in diesem Bruche gemacht haben, tragen wir in kurzen Schlagworten auf eine schematische Skizze ein, die uns das Profil des Aufschlusses gibt (Fig. 8).

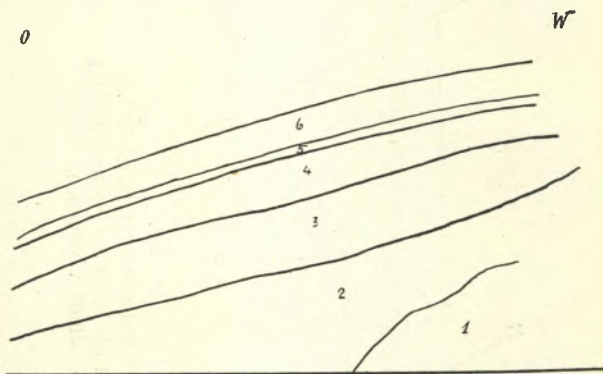


Fig. 8.

- 1 Dolomit,
- 2 ungebankte, feinkörnige Breccie 10 m aufgeschlossen,
- 3 Linse von dünnbankigen Breccien und Mergeln 10 m,
- 4 3—4 m feinkörnige Breccie,
- 5 1 m weißer, kreidiger Mergel mit Nulliporenknollen,
- 6 Nulliporenkalk, in den oberen Partien zersetzt und verrutscht, 4 m.

Die Hangendschichten des Bruches bilden den Untergrund des Bergabhanges gegen Westen, über den wir hinansteigen, wobei wir fortwährend anstehendes Gestein und Nulliporenbrocken finden.

Wir gelangen in einen zweiten, höher gelegenen Bruch, der im westlichen Teile bis 20 m Wandhöhe erreicht. Hier hat man die Nulliporenkalkbank

im Liegenden angetroffen, doch ist sie nur im westlichen Teile des Aufschlusses zu sehen. Der Stein ist hier sehr gleichmäßig dicht und wird zu feineren Steinmetzarbeiten verwendet. Darüber liegen feinkörnige, feste Breccien, ungebankt und stark zerklüftet. Sie sind teilweise schon reich an *Lithothamnium*, das sie dicht verkittet. Man kann allenthalben Querschnitte von großen Seeigeln (*Clypeaster*) und Nulliporenknollen sehen, die zeigen, daß die Lebensbedingungen zur Zeit der Ablagerung des Sedimentes nicht ungünstig gewesen sind. Auch die Ausfüllungen der Bohrgänge bohrender Muscheln sind als wurmförmige Gebilde erhalten. In den oberen Lagen dieses ungebankten Schichtgliedes zeigen sich wieder Gerölle von geringer Größe.

Dann folgt eine im Westen bis 2 m anschwellende Bank von gelblichen bis rostfarbenen, groben, mergeligen Quarzsanden, die meist nur leicht verbunden sind und als Formsand Verwendung finden. Dieses Schichtglied ist deswegen auffällig, weil es zwischen zwei feste Bänke eingeschlossen ist und sein ganz lockeres Gefüge bewahrt hat. Dies ist ein Beweis dafür, daß die Verfestigung schichtweise an die Beschaffenheit des Materials gebunden ist.

Darüber liegt eine etwa 5 m starke Schicht von feinem und grobem Konglomerat. Unter diesem Namen versteht man wie erwähnt Geröllmassen, die durch einen meist kalkigen Zement, dem Sand und Ton beigemischt sind, verbunden sind. Sie unterscheiden sich also von den Breccien durch die abgerundete Gestalt der einzelnen Bestandteile. Das Bindemittel besitzt eine rötlichbraune Färbung, die von Eisenoxyd herrührt (eisenschüssig) und auch die einzelnen Rollstücke rot färbt. Das Material ist weitaus vorherrschend Flyschgestein, dann Kalk und Dolomit.

Die Lagerung der Schichten ist bis jetzt fast horizontal gewesen. Zu oberst folgt eine von Osten gegen Westen auf etwa 4 m anschwellende Schicht von dünnbankigem, wie im früheren Bruche plattig zersetzten, mürben Kalkstein und Konglomerat. Eine genauere Untersuchung dieser Schicht ist nicht möglich, da sie nicht zugänglich ist. Es ist im allgemeinen in diesem langausgedehnten Bruche zu

---

Dünnbankiger Kalkstein und Konglomerat im Westen bis  
4 m anschwellend,

---

ungebankte Konglomerate 5 m,

---

gelbliche, mergelige Sande 2 m,

---

ungebankte, feinkörnige Breccie mit Geröllen in den höheren  
Partien 5 m,

---

Nulliporenkalk, im Westen bis 3 m aufgeschlossen.

Fig. 9.

bemerken, daß das Material gegen die Seite des Gebirges gröber wird, was mit der Sonderung nach dem Gewichte zusammenhängt, wie sie schon früher erwähnt worden ist. Ebenso ist ein Anwachsen der Mächtigkeit der einzelnen Schichtglieder in gleicher Richtung zu erkennen und auch sehr natürlich zu erklären, da diese ja die Herkunft der Sedimente bezeichnet. Fig. 9 gibt eine Ansicht der Westecke des Bruches.

Die Ablagerungsbedingungen zeigen in diesem Bruche wohl keine Veränderungen gegen den tiefer liegenden Aufschluß. Nur die Einschaltung der mächtigen Schicht von Konglomerat deutet darauf hin, daß fluviatile Einflüsse eine größere Rolle gespielt haben. Es müssen also damals Wasserläufe aus dem Hinterlande ihren Weg zum Meere genommen haben, die die Flyschgesteine herbeischafften. Dies sowie die mächtigen Breccien zeigen, daß wir uns hier schon nahe dem alten Strande befinden. Darauf deutet nicht nur die Beschaffenheit des Sedimentes, sondern auch die Zusammensetzung der Fauna, die in diesen Sedimenten angetroffen wird. Abgesehen von den nur in geringe Tiefe gehenden Kalkalgen, ist das Auftreten der großen Seeigel, der großen, plumpen Muscheln und Schnecken sowie der im Felsen bohrenden Muscheln ein Zeichen dafür, daß wir uns hier im Bereiche der Brandung befinden, deren Existenzbedingungen diese Formen schon angepaßt sind. Es sind durchwegs marine Lebewesen, die auf reines Meerwasser hindeuten, so daß wir also hier am Ufer der Wienerbucht stehen, deren Wogen den heutigen Abhang des Gebirges, das sich zum Eisernen Tor erhebt, in einer Höhe bespült haben, die größer ist als die unseres Standpunktes.

Wir treten auf einen erhöhten Aussichtspunkt, etwa den oberen Rand des Bruches, der in zirka 390 m über dem Meere liegt, und blicken gegen die Ebene. Hinter uns steigt das Gebirge an, vor uns erhebt sich der Anninger und sein Umriß senkt sich ziemlich steil gegen die Niederung im Osten, bis er an einem deutlichen Knie in eine horizontale Linie übergeht, die sich weit bis zum Kalvarienberg von Baden ausdehnt, der sich erst wieder mit einem steilen Abhang zur Ebene senkt. Im Hintergrunde



sehen wir eine ähnliche Kontur, die dem Eichkogel bei Mödling angehört. Knapp vor uns, jenseits des kleinen Tales, wiederholt sich eine gleiche, fast ebene Bergform, die als Terrasse bezeichnet wird. Solche Terrassen begleiten hier den Rand des Gebirges; es sind die alten Strandterrassen, die die Wogen ähnlich wie heute in den Festlandssaum genagt haben. Sehr deutlich kann man die sogenannte Brandungskehle erkennen, jene knieförmige Umbeugung des Abhanges zur Terrasse, die uns einen Anhaltspunkt für die beiläufige Höhe des damaligen Wasserspiegels gibt. Fig. 13. Die Zerstörung, Einebnung des Festlandes durch die Kraft der Wellen stehender Gewässer nennen wir Abrasion (abradere = abkratzen, abschaben). So hoch und, wie andere Beobachtungen zeigen, noch höher drang also damals das Meer in die Gegend von Wien ein und muß daher im allgemeinen alle Gebiete bedeckt haben, die unter diesem Niveau liegen. Und wenn der Tag klar ist, sieht man sich die Niederung des Wienerbeckens ausbreiten, bis es im Osten am Leithagebirge seine Ostgrenze findet, dessen wellige Formen sich scharf am Horizonte abheben. Und wenn wir von einem noch umfassenderen Aussichtspunkte das Becken überblicken, sehen wir sein Ostufer sich im Rosaliengebirge fortsetzen, wo es den Anschluß an seine westliche Umrandung findet. Ein spitzdreieckiges Gebiet ist hier von steilen Gebirgsrändern im Westen und Osten begrenzt und erstreckt sich südwärts bis nach Gloggnitz. Fast geradlinig verläuft diese Grenze im Westen in nordsüdlicher Richtung und längs des Rosaliengebirges und Leithagebirges und weiter an den Bergen von Hundsheim vorbei läßt sich seine Ostgrenze fast mit gleicher Schärfe erkennen. Diese Grenzen sind tiefgehende Störungs- linien, Bruchlinien, die die Erdrinde durch-

setzen und ein dreieckiges Gebiet im Innern der Alpen zum Niederbruche gebracht haben. Es wird daher das inneralpine Wienerbecken genannt. Tiefgehende Störungen müssen es sein, die hier vorliegen, denn die Sprunghöhe, die Differenz der Höhenlage des unter der Niederung begrabenem Teiles des Gebirges gegenüber den heutigen Höhen ist beträchtlich. Mit 152 *m* hat man den Tegel bei Vöslau noch nicht durchfahren und neue Untersuchungen haben gezeigt, daß wohl mehr als 500 *m* Sedimente im Innern der Bucht abgelagert sind. Unter diesen kann man erst das Grundgebirge erwarten, das sich im Eisernen Tore 450 *m* über die Ebene erhebt, so daß wir wohl mit einer mehr als 1000 *m* betragenden Senkung rechnen müssen, die ein Teil des Gebirges gegenüber dem stehen gebliebenen erfahren hat. Eine oberflächliche Verschiebung zweier Schollen der Erdrinde im vertikalen Sinne um 1000 *m* muß sich aber natürlich weit in das Erdinnere hinein als Störung bemerkbar machen. Damit aber gelangen wir schon in Regionen hoher Temperatur und damit breitet sich plötzlich Licht über die thermalen Erscheinungen, die wir kennen gelernt haben. Über Vöslau und Baden zieht in nordsüdlicher Richtung jene Störungslinie, an der der Niederbruch erfolgte, und an ihr treten die Thermen auf, die damit in einem ursächlichen Zusammenhange stehen. Wohl mag auch Niederschlagswasser, ein vadoser Zufluß, den Quellen beigemengt sein, aber sicher tritt hier juveniles Wasser zutage, das aus tieferen Regionen der festen Erdrinde mit Mineralstoffen und Gasen beladen auf den Spalten aufsteigt. Und wie bei Baden und Vöslau treten auch an anderen Punkten des westlichen Alpenrandes an der Linie, die als die Badener Thermenlinie bezeichnet wird, heiße Quellen

auf, wie die von Winzendorf (Seilerbründl), Brunn am Steinfelde, Fischau, Leobersdorf (der heilige Brunnen) im Süden, die von Gumpoldskirchen, Mödling, Rodaun und Meidling im Norden. Aber auch die östliche Begrenzung deutet auf eine ähnliche Linie, denn die Quellen von Deutsch-Altenburg, Mannersdorf und Brodersdorf wiederholen die Erscheinungen des Westrandes.

Wir können diesen Punkt nicht verlassen, ohne wenigstens kurz daran erinnert zu haben, daß sich auch die Erderschütterungen, Erdbeben, wie in verschiedenen Fällen beobachtet worden ist, an diesen Störungslinien bewegen, wie auch die Thermen von den Erschütterungen beeinflußt werden. Auf diese höchst wichtigen Erscheinungen werden wir aber nach dem Plane dieses Büchleins nicht weiter eingehen.

Wir steigen gegen den Friedhof von Dörfel hinab und sehen an verschiedenen Punkten die Breccien anstehen, die wir in den Brüchen getroffen haben. Sie scheinen, wie man schon in dem tiefer liegenden Bruche sieht, an Verwerfungen gegen die Niederung abgesunken zu sein. Zu unseren Füßen breitet sich die Ebene aus, fern im Süden sehen wir die Ziegelei von Vöslau, wo wir die Tegel, die Absätze eines stillen Wassers mit ihrer reichen Fauna getroffen haben, und näher liegen die Ziegelwerke von Soos und Baden, die ganz ähnliche Sedimente aufschließen. Wir erinnern uns der Breccien und Konglomerate, der Kalke und Mergel, die wir eben kennen gelernt haben und die so verschieden von jenen Bildungen sind, daß man ihre gegenseitigen Beziehungen nicht erkennen könnte, wenn nicht in der Nähe des Friedhofes wie auch an anderen Punkten eine Wechsellagerung von Breccien und Tegeln festgestellt worden wäre. Sie zeigt, daß diese so un-

gleichartigen Bildungen altersgleich und nur nach der Fazies, nach den Ablagerungsbedingungen (faziell) verschieden sind. Dort haben wir das landferne, tiefe, stille Wasser, hier das Litoral mit bewegtem, seichtem Wasser, mit Schwankungen der Temperatur und des Salzgehalts, dem stärkeren Einflusse des Lichtes und mit groben Sedimenten. Entsprechend diesen verschiedenen Standortsverhältnissen sind auch die Faunen so ungleichartig, daß sie an und für sich nicht als altersgleich und nur als faziell differenziert erkannt werden könnten. Wo diese Bedingungen wechseln, die beiden Faziesgebiete sich berühren, da findet sich die Wechsellagerung beider Sedimente.

Wir müssen uns vorstellen, daß in das sich allmählich senkende Gebiet der heutigen Niederung das Meer eingedrungen ist und über das alte Gebirge vordrang, transgredierte. Seine Ablagerungen liegen direkt auf dem Grundgebirge. In größerer Entfernung von der Küste finden wir die zarten Tegel — einst ein schlammiger Absatz — ausgebreitet, während nahe dem Ufer Konglomerate, Kalke und Breccien sich gebildet haben. Das Material fast aller dieser Bildungen ist terrigen, stammt vom Festlande, entweder aus den Kalkbergen der nächsten Umgebung oder aus der fernerer Flyschzone. Alle diese Ablagerungen sind mit ihrer Fauna nur durch die Verschiedenheit der Fazies (heteropische) und der Lage des Ortes ihrer Bildung bedingte (heterotopische) Differenzierungen der Sedimente desselben Meeres, sogenannte fazielle Ausbildungen.

Nun blicken wir nochmals über die Ebene. Wir sehen die Niederung hoch hinan mit Wasser überflutet, das weit über 400 m über den heutigen Meeres-



spiegel reicht und wir sehen das ferne Ufer dort am Leithagebirge, von wo ein paar Flecke hell herüber leuchten. Dies sind Steinbrüche in den gleichen Kalken und Breccien, wie wir sie eben kennen gelernt haben, die dort die östliche Küste der Bucht von Wien bezeichnen.

---

## II. Exkursion.]

### Sievering—Leopoldsberg.

---

Wir verlassen das Weichbild der Stadt Wien mit der nach Sievering führenden Straßenbahn und gelangen in die höheren westlichen Bezirke. Wir folgen dem Tale des Arbesbaches, das sich zwischen den zum Kahlengebirge allmählich ansteigenden Hügeln öffnet. Rasch gewinnen wir an Höhe. Steil erhebt sich der Schenkenberg im Norden der freundlichen Ortschaft und von dem Endpunkte der Straßenbahn wandern wir an der althistorischen Kirche vorbei und erreichen am Ausgange des Ortes einen an der nördlichen Talwand angelegten großen Steinbruch. In einer hohen, fast senkrechten Wand wird hier die Berglehne zum Zwecke der Gewinnung von Baustein abgebaut (Fig. 10).

Der erste Eindruck ist der, daß dicke, deutlich voneinander getrennte Schichten, Bänke, von festem Gestein steil gegen das Tal einfallen. Die oberflächliche Bedeckung bildet bis 3 m starker Zersetzungslehm und Bergschutt, das sind eckige Bruchstücke des Gesteins, das mit unregelmäßiger Begrenzungslinie darunter liegt. Seine Bänke sind 1—4 m mächtig und sie fallen mit einem Neigungswinkel von 45—50° nach Süden ein. Das Streichen ist fast ost-westlich. Diese Lagerung der

gebankten Schichten ist nach dem früher Gesagten nicht ursprünglich. Wir müssen annehmen, daß sie

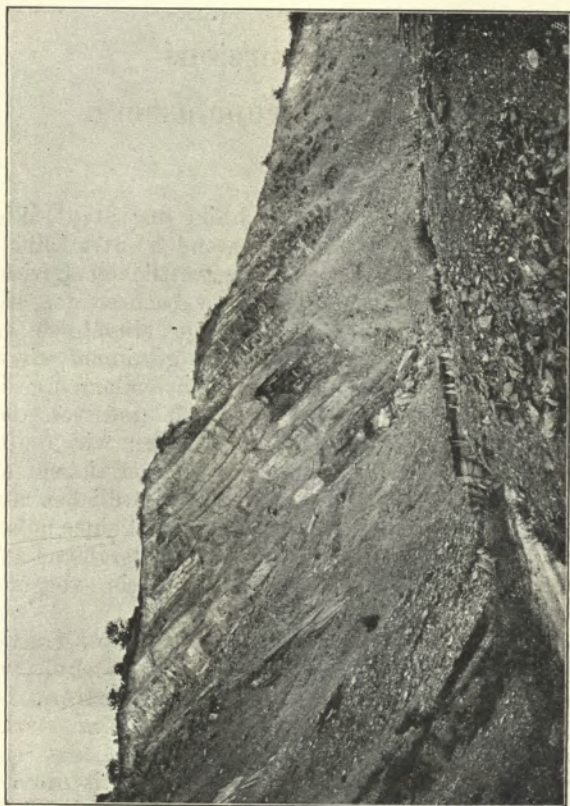


Fig. 10.

einst ebenfalls mehr oder weniger horizontal gelagert gewesen sind. Die steile Stellung, Aufrichtung, muß erst nachträglich bewirkt worden

sein, sie sind gestört, disloziert (Schichtstörung, Dislokation).

In dem vorliegenden Falle sehen wir eine einfache Störung. Die Schichten sind, soweit wir sie in dem Bruche übersehen, einseitig aufgerichtet. Ohne diese Frage vorerst weiter zu erörtern, gehen wir an die Betrachtung des Gesteins. Wir sehen, daß die Schichtfolge einen Wechsel von festem und weicherem Material zeigt. Während aber die festen Bänke, die sofort durch die scharfen Schichtköpfe kenntlich sind, ihre Mächtigkeit in der ganzen Erstreckung bewahren, ist die Stärke der weicheren Lagen ungleich, sie schwellen stellenweise bis 1 m und wenig darüber an oder keilen fast ganz aus. Solche wenig mächtige Einschaltungen von geringer Erstreckung bezeichnen wir als Schmitzen. Das weichere Material tritt in dem Bruche mehr untergeordnet auf und erscheint als Einlagerung in die Folge der Sandsteinbänke. Da es eine große Plastizität besitzt, ist nach Erfahrungen anzunehmen, daß der große Wechsel in seiner Stärke auf Veränderung durch Druck, Ausquetschung, zurückzuführen ist, die bei der beobachteten Störung eingetreten ist.

Das feste Gestein ist ein feinkörniger, grauer bis blaugrauer, glimmerreicher Sandstein, der dünngebankt, dünngeschichtet oder sogar blätterig ist. Die feine Schichtung macht sich im Querschnitte (auf den Schichtköpfen) als Bänderung, als ein Wechsel von hellen und dunkleren Streifen bemerkbar. Das Gestein ist nach ihr sehr leicht spaltbar und man sieht dann die Schichtflächen mit Glimmerschüppchen oder kleinen Kohlentelchen bedeckt, so daß wir deren Anreicherung in äußerst dünnen Lagen als die Ursache der feinen Schichtung ansehen müssen. Wir sprechen von



einem glimmerigen oder kohligen Belag — Besteg, Anflug — der Schichtflächen. Sind die dadurch geschaffenen Gesteinsschichten sehr dünn, so sprechen wir auch von Schiefer, hier z. B. von schieferigem Sandstein. Der Begriff „Schiefer“ hat aber eine prägnante Bedeutung erhalten und wir verstehen darunter die dünnen Schichten, in die ein festes Gestein durch Druck zerlegt ist und die meist nicht mit der Schichtung zusammenfallen. Die feine Spaltbarkeit, die dadurch entstanden ist, heißt Schieferung. Davon wird später noch die Rede sein.

Oft ist die kohlige Substanz dem Gestein so reichlich beigemischt, daß es eine dunkle bis schwarze Färbung erhält. Bisweilen finden sich auch größere Kohlenbrocken eingeschlossen. Die Kohlenteilchen zeigen oft noch die organische Struktur der Pflanzen und beweisen, daß sie nur Zerstörungsprodukte von älteren kohligen und pflanzenführenden Schichten sind, deren Aufarbeitung das Material für die Sandsteine geliefert hat. Sie liegen also auf zweiter, sekundärer Lagerstätte.

Manche Bänke bestehen aus einem sehr festen, mattgrauen, dichten, homogenen Kalkmergel (tonigem Kalke), der unter dem Hammer muschelartig bricht, d. h. eine muschelige Bruchfläche zeigt. Zwischen diesen unreinen Kalken und dem Sandsteine gibt es alle Übergänge. Man kann durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure den Kalkgehalt der verschiedenen Gesteine feststellen und sie danach unterscheiden. Man findet, daß es solche gibt, die nur 9% unlöslichen Rückstand geben, also fast reiner kohlenaurer Kalk sind, während andere fast gar nicht angegriffen werden. Der Rückstand besteht aus abgerundeten, lichten, meist durchsichtigen Quarzkörnern von sehr wechselndem Korne, weißen Glimmerschüppchen und selteneren

rötlichen, hornsteinähnlichen Körnern und Kohlenpartikeln. Die Quarzkörner sind in den Sandsteinen gröber als in den Mergeln. Die löslichen Bestandteile bilden das Bindemittel und bestehen aus kohlen-saurem Kalk und geringen Mengen von kohlen-saurem Eisenoxydul und kohlen-saurer Magnesia. Die Sandsteine besitzen auch ein kieseliges Binde-mittel.

Diese so überaus veränderlichen Gesteine werden mit einem einheitlichen Namen als Flysch bezeichnet. (Vgl. S. 44.)

Aus ihrer chemischen Zusammensetzung erklärt sich ihre geringe Widerstandsfähigkeit gegen die atmosphärischen Einflüsse, ihre leichte Verwitterung und ihr völliger Zerfall, die von großer Bedeutung für den Charakter der Landschaft und die Bildung der Sedimente im Wienerbecken sind. Im frischen Zustande sind diese Gesteine vorherrschend blaugrau, manchmal gelbgrau und besitzen eine große Festigkeit. Aber in jedem Steinbruche kann man beobachten, daß sie sich, der Luft ausgesetzt, in kurzer Zeit verfärben, ein rötliches oder bräunliches Gelb zeigen und mürbe werden. Dies geschieht durch die Lösung der kohlen-sauren Bindemittel durch die Tagwässer, wobei der Eisen-gehalt, der wohl als Schwefeleisen, Schwefelkies, in fein verteiltem Zustande die Färbung bewirkt, in Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat verwandelt wird. Die sich dabei bildende Schwefelsäure dürfte den raschen Zerfall des Gesteins weiter begünstigen. Diese äußeren Einflüsse schreiten gleichmäßig gegen das Innere fort und es erfolgt eine schalige Zersetzung und Blätterung des Gesteins. Man kann an jeder Gesteinsbank beobachten, wie diese Umwandlung von den Schichtflächen und Sprüngen aus nach innen fortschreitet und ein frischer, blau-

grauer Kern von einer brüchigen, verfärbten Rinde umgeben ist. Diese mürben Partien lösen sich ab und zerfallen in eine gelbliche oder rötliche, tonige Masse, die aus Ton, Quarzsand und Glimmerschüppchen besteht. Dieses Zersetzungsprodukt bedeckt, von den Regenwässern verschwemmt, die Flanken der Berge und die Sohlen der Täler in der ganzen Zone von Flyschgesteinen, der der Wienerwald angehört. Es gibt einen guten Waldboden und auch der Acker- und Weinbau finden günstige Bedingungen.

Die leichte Zerstörbarkeit der Gesteine bedingt die wellige Form der Berge, da alle scharfen Kämme oder Felswände, dem Angriffe der Verwitterung ausgesetzt, bald verschwinden würden. Deshalb fehlen auch Schutthalden in größerer Ausdehnung fast ganz, da die Gesteinstrümmer rasch zerfallen und als Lehm fortgeführt werden. Aus diesen Gründen ist jedes Flyschgestein, wenn es auch in frischem Zustande noch so festes Gefüge zeigt, nur ein ganz minderwertiges Baumaterial, wo es den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt ist. Der Zersetzungslehm ist wasserundurchlässig und verhindert das Durchsickern der Niederschläge, die rasch abfließen. Deshalb sind Quellen im Bereiche der Flyschgesteine selten und das Wasser, das nur langsam durch die oberflächliche Bodenbedeckung sickern kann, sättigt sich mehr mit Lösungstoffen, besonders kohlensaurem Kalk. Wir sagen dann, das Wasser ist hart. Der undurchlässige Boden begünstigt die Bildung feuchter Niederungen, Neigung zu Sumpfbildung und größere Bodenfeuchtigkeit. Davon abhängig ist die dichte Laubholzbedeckung im Gegensatz zu den Bergen, die wir weiter im Süden, z. B. bei Baden, gesehen haben, die aus Kalk und Dolomit aufgebaut und von Nadelholzbeständen bedeckt sind.

Der Zersetzungslehm wird von den abfließenden Regenwässern weggeschwemmt und an geeigneten Stellen abgelagert. Er wird dann ein Spiel der Winde, die ihn sondern und seine feinen Teilchen, die Glimmerschüppchen und die Tonpartikel, als Staub wegtragen. Dieses feine Material wird über das Gebiet der Stadt verbreitet und bildet den unorganischen Staub von Wien.

Das rasche Abfließen der Niederschläge verursacht ein plötzliches Ansteigen und Anschwellen der kleinen Wasserläufe dieses Gebietes, die alle Wildbachnatur besitzen. Sie versiegen zur Zeit der Trockenheit größtenteils. Die Wien und die Bäche, die vom Kahlengebirge kommen, sind treffende Beispiele dafür.

Die Zersetzung der Flyschgesteine des Kahlengebirges gibt einen Rückstand von verschiedenem Material, das ungesondert den Boden bedeckt. Die leichteren Bestandteile, die Glimmerschüppchen und die Tonteilchen werden von den Winden aufgehoben und weiter geführt. Dieser Vorgang heißt Deflation, d. i. Abblasung. Sie kann natürlich nur vor sich gehen, wenn das Material trocken ist, die einzelnen Teilchen nicht miteinander verbunden sind. Weiter muß der Wind direkt angreifen können, der Boden darf nicht durch Wald oder Rasen geschützt sein. In den kahlen Gebirgen, auf Schutthalden, Schotterflächen und in Wüsten ist die Deflation sehr bedeutend, spielt aber in unserem feuchten Klima nicht die Rolle wie in den trockenen Ländern. Noch viel größere Wirkung erzielt die Winderosion in Gegenden, wo der Wind, mit Staub, Sand und selbst kleinen Steinchen beladen, die nackten Felsen angreift. Er wirkt dort wie ein Sandgebläse und löst den festen Fels in pittoreske Formen auf.



Viel bedeutender in ihrer Wirkung ist die Tätigkeit des fließenden Wassers, dessen Transportkraft in unseren Ländern eine fast ausschließliche Rolle spielt. Der niederfallende Regen oder die Wässer der Schneeschmelze fließen teilweise oberflächlich ab, sammeln sich in kleinen Rinnsalen und spülen die lockeren Bestandteile der Erdoberfläche hinweg. Die Transportkraft hängt ab von der Wassermenge und besonders von der durch diese und durch das Gefälle, das ist die Neigung des Gerinnes gegen die Horizontale, bedingten Stromgeschwindigkeit. Sie wächst mit dieser und zwar werden bei doppelter Stromgeschwindigkeit Gerölle vom 64fachen Gewicht bewegt. Die Erosion, Ausnagung, der kleinen meist rasch fließenden Wasserläufe ist daher sehr bedeutend. Das mitgeführte Material, Sand, Schotter und Blöcke, wird auf dem Untergrunde als Schotterbett weitergeschoben und greift den Boden an. Außerdem wird es, ursprünglich aus eckigen Trümmern bestehend, allmählich verkleinert, an den Ecken und Kanten abgerundet, abgerollt und als Gerölle, Rundschotter, weitertransportiert. Wenn der Wasserlauf seine rasche Strömung mit der Abnahme des Gefälles verringert, bewegen sich die Schotter auch noch weiter, aber sie werden nicht mehr gerollt, sondern langsam geschoben und daher besonders auf der Ober- und Unterseite abgewetzt, es entstehen Geschiebe, die scheibenförmige Gestalt besitzen. Sie erhalten meist eine in der Bewegungsrichtung verlängerte Gestalt und daran kann man an trocken liegenden Schottern die einstige Bewegungsrichtung des Flusses erkennen. Die flachen Geschiebe sind dabei meist gegen die Strömungsrichtung geneigt. Da nach dem archimedischen Prinzip jeder Gegenstand im Wasser an Gewicht verliert, können ver-

hältnismäßig schwere Gesteinstücke weitergeführt werden.

Durch die abnehmende Transportkraft eines Wasserlaufes wird eine Sonderung des Materials bewirkt. Zuerst bleiben die großen Blöcke liegen, dann die groben, endlich die kleineren Gerölle, und in einem größeren, sanfter dahinfließenden Strome werden nur mehr Sand und Schlamm weiterbewegt. Schließlich fällt auch jener aus und nur die feinsten Teilchen werden, als Flußtrübung suspendiert, fortgeführt und als Schlamm an ruhigen Stellen oder im Mündungsgebiete abgesetzt.

Unter dem transportierten Material geht eine Auslese nach der Festigkeit des Gesteins, nach seiner Widerstandsfähigkeit gegenüber äußerem Drucke vor sich. Es ist klar, daß leicht zerstörbare Gesteine, wie Kalk, mürber Sandstein (Flysch), Mergel u. dgl., rasch aufgearbeitet werden und nur die härteren, z. B. Quarz, weiter erhalten bleiben. Deswegen zeigt der Schotter in kleineren Flußläufen meist eine große Mannigfaltigkeit, während er in großen Strömen fast nur aus dem härtesten Material besteht, das den Transport überdauern konnte. In kleinen Wasserläufen bietet der Schotter stets eine ziemlich vollständige Sammlung aller Gesteine, die in dem Zuflußgebiete anstehen, so daß man sich schon daraus ein Bild des geologischen Aufbaues der Gegend machen kann. Bei größeren Flüssen aber versagt diese Methode natürlich teilweise.

Wir haben die Veränderungen kennen gelernt, die die Flyschgesteine durch den Angriff der Atmosphärien erleiden. In dem Steinbruche von Sievering sehen wir die oberflächlichen Gesteinspartien in einzelne Trümmer aufgelöst und in einen sandigen Lehm eingebettet. Auch auf der

Oberfläche des Hügels finden wir einzelne lose Trümmer, sogenannte Lesesteine, die oft weitgehende Veränderungen in Form, Farbe und Härte zeigen. Sie sind meist etwas abgerundet, ihre Farbe ist verändert, meist rötlich oder gelblich und sie sind von einer mürben Rinde umgeben, während ihr Kern noch unverändert, frisch, ist, wie man sich durch Zerschlagen eines Stückes überzeugen kann. Diese Lesesteine sind von großem Wert für das Erkennen der Beschaffenheit des Untergrundes, wenn sonstige Aufschlüsse fehlen. Da die erwähnten Veränderungen durch den Einfluß der Atmosphäre, der Witterungsverhältnisse, herbeigeführt worden sind, nennen wir den Vorgang Verwitterung. Wir unterscheiden drei Arten von Verwitterung, je nach den Kräften, die sie bewirken, die chemische, die physikalische und die organische.

Die chemische Verwitterung wird fast ausschließlich durch das Wasser bewirkt. Die in den Boden einsickernden großen Mengen atmosphärischen Wassers wirken in erster Linie als Lösungsmittel. Jedes Gestein ist löslich, manche leichter, andere so schwer, daß sie meist schlechtweg als unlöslich bezeichnet werden. Von den in der Natur häufigen Mineralen sind Salz und Gips sehr leicht löslich, kohlensaurer Kalk schon schwerer und wiederum schwerer Dolomit. Die sehr häufigen Minerale Quarz, Glimmer und Ton sind beinahe unlöslich und sie bilden auch meist den Rückstand bei der Auflösung von Trümmergesteinen. Durch Erwärmung erlangt Wasser eine größere Lösungskraft, mehr noch durch die Aufnahme von Säuren. Unter diesen spielt die Kohlensäure eine große Rolle, da sie weit verbreitet ist und von dem Wasser aus der Luft oder aus dem Boden aufgenommen wird. Wenn Wasser durch ein Gestein sickert, löst es

zuerst die leichtlöslichen Bestandteile und schafft dadurch Hohlräume oder zerstört das Bindemittel und damit das feste Gefüge des Gesteins.

Außer der Lösung von Mineralbestandteilen ist bei der Verwitterung auch die chemische Umwandlung von großer Bedeutung. Wir haben an den Flyschgesteinen schon gesehen, wie die ursprünglich blaugraue Färbung rostbraun oder rostrot wird. Diese Verfärbung ist auf die Umwandlung zurückzuführen, die der Eisengehalt des Gesteins erfährt. Durch Aufnahme von Sauerstoff wird das Eisen in Oxyd und dieses durch Wasseraufnahme in Eisenhydroxyd verwandelt. Dieses ist in Wasser löslich und dadurch wird das feste Gefüge des Gesteins gelockert und es zerfällt. In der Tegelgrube von Vöslau haben wir die oberflächlichen Partien gelblich verfärbt gesehen. Dies ist auf die gleiche chemische Veränderung zurückzuführen. Dabei ist aber auch zu erkennen, wie diese vor sich geht. Der Schwefelkies, der in den unveränderten Schichten das Färbungsmittel und Konkretionen bildet, liefert das Eisen zur Bildung des Hydroxyds und die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kalke des Tegels zu schwefelsaurem Kalk — Gips. Solche oft sehr verwickelte Vorgänge sind in der Natur überall zu beobachten. Dabei spielt natürlich das Wasser als Träger gelöster Substanzen eine große Rolle.

Wenn wir die obersten Partien des Steinbruches betrachten, sehen wir das Gestein, wie wir es schon im Rauchstallbrunngraben beobachten konnten, in eckige Trümmer zerlegt. Dies wird durch die physikalische Verwitterung bewirkt, die durch Temperaturveränderungen hervorgerufen wird. Die Erwärmung des Gesteins durch die Sonnenstrahlen dehnt es aus, bei einer oft raschen Abkühlung zieht



es sich wieder zusammen und diese Änderung des Volumens, so gering sie auch ist, bewirkt doch durch die oftmalige Wiederholung eine Lockerung des Gefüges, es entstehen feine Sprünge, die das Gestein durchsetzen. Dadurch kann es, wie es in Wüsten geschieht, in loses Trümmerwerk aufgelöst werden. In unserem Klima spielt aber noch das Wasser mit, das in die feinsten unsichtbaren Sprünge des Gesteins eindringt. Der tief in den Boden hinein wirksame Frost läßt es gefrieren, dabei vergrößert es sein Volumen und zersprengt selbst den festesten Fels mit unwiderstehlicher Gewalt (Spaltenfrost). Bei Tag taut der Boden wieder teilweise auf und dieser Vorgang wiederholt sich so oft, daß ein rascher Zerfall des Gesteins eintritt. Besonders im Hochgebirge und in allen Gegenden, wo Nachtfroste häufig sind, spielt diese physikalische Verwitterung eine bedeutende Rolle.

Neben den beiden genannten Vorgängen der Verwitterung kommt auch eine durch das Leben der Organismen bewirkte Zerstörung von Gestein, organische Verwitterung, in Betracht. Moose und Flechten wachsen auf nacktem Felsen und ihre Wurzeln bohren sich in ihn ein und beginnen seine Zerstörung. Die Wurzeln höherer Pflanzen dringen in den Boden ein und wirken auf diese Weise mechanisch, aber auch chemisch durch abgeschiedene Säuren. Oft sieht man eine Baumwurzel in einen Sprung eines Felsens hineinwachsen und ihn beim weiteren Wachstum zersprengen. Eine ungeheure Anzahl von Spaltpilzen (Bakterien), die durch ihren Lebensprozeß Säuren abscheiden, wirkt in der oberflächlichen Bodendecke umwandelnd und ist von großem Werte für das höhere Pflanzenleben.

Auch Tiere wirken bei der Verwitterung mit, indem sie den Boden lockern, die Bestandteile zer-

kleinern und mit organischen Abfallstoffen durchmengen. Bekannt ist durch Darwins Untersuchungen die Tätigkeit des Regenwurmes, dann sind es Ameisen, Larven, Maulwürfe, Bohrmuscheln und eine Anzahl anderer Tiere, die hier eine in die Geologie eingreifende Wirksamkeit entfalten.

Die Verwitterung ist von größter Bedeutung für die Bildung der oberflächlichen Bodenschicht, in der der natürliche Pflanzenwuchs und der gesamte Ackerbau wurzeln. Sie zersetzt den festen Fels zu lockerem Boden und bereitet ihn zur Aufnahme der Pflanzen vor, sie liefert auch die Nährstoffe für deren Lebensprozeß. Wo sie nicht vorgearbeitet hat, wird der Mensch nur mit größter Mühe einen Ertrag erzielen können, während in dem von ihr vorbereiteten Nährboden die Vegetation üppig gedeiht.

Wir wenden uns wieder der Betrachtung des Steinbruches zu. Auf den Schicht- und Spaltflächen, aber auch in das Gestein eindringend und es oft senkrecht durchsetzend, finden wir ästig verzweigte, baumförmige zum Teil sehr zarte, teilweise stärkere Körper, die oft so flach gedrückt sind, daß sie nur wie Zeichnungen aussehen. Oft treten sie durch eine dunklere Färbung hervor. Man hat sie früher als Meeresalgen gedeutet und ihnen den Namen Fukoiden gegeben, es scheint sich aber nach neueren Untersuchungen um die Ausfüllung von Gängen zu handeln, die von niederen Tieren (Würmern u. a.) erzeugt und nachträglich mit anorganischem Sediment ausgefüllt worden sind.

Auf den Schichtflächen der Sandsteinbänke bemerkt man oft merkwürdige wulstförmige Gebilde oder Furchen, die wurmartig gewunden sind und die Hieroglyphen genannt werden. Sie werden als Laich-, Kriech- oder Freßspuren niederer Tiere,

besonders von Würmern, gedeutet. Dies sind die einzigen Spuren organischen Lebens, die diesen Sedimenten eigen sind.

Zuweilen sind die Schichtflächen auch mit groben langgestreckten Wülsten bedeckt, die den Eindruck erwecken, als ob das plastische Sediment geflossen wäre. Sie werden Fließwülste genannt. Auch unregelmäßige Höcker und Vertiefungen scheinen auf einen ähnlichen Vorgang zurückzuführen zu sein. An mehreren Stellen sehen wir das anstehende Gestein durch Schuttkegel verdeckt, die aus losen Gesteinstrümmern bestehen, die von der Höhe herabgestürzt sind. Solche Schuttkegel entstehen auch auf natürliche Weise an steilen Berghängen. Der Fuß der Berge ist meist durch einen Schuttmantel verdeckt.

Wir steigen nun den Hügel hinan und wandern am Himmelhofe vorbei zum Restaurant Kobenzl. Auf diesem Wege haben wir einen freien Blick über die Stadt, zu der sich das Gebirge in flachen Hügeln hinabsenkt. Schon der Schenkenberg zeigt deutlich die Anlage einer Terrasse, auf der das Bellevueschlößchen steht und die sich zum Meiselberg abdacht. Wir wenden uns auf dem vom Kobenzlhofe über den Reisenberg nach Grinzing führenden Fußwege soweit nach rechts, daß wir einen Blick über das Tal von Grinzing erlangen. Wir sehen da zu unseren Füßen an der gegenüberliegenden Talseite einen großen Steinbruch geöffnet, der in ähnlichen Schichten wie der von Sievering angelegt ist. Die zum Teil dicken Bänke fallen mit etwa 60° nach Nordnordwesten ein, das Streichen ist von Ostnordost nach Westsüdwest gerichtet. Wir erkennen also schon, daß hier die Fallrichtung des Gesteins fast entgegengesetzt zu der in Sievering beobachteten ist. Auch hier sieht man die ober-

flächlichen Partien verwittert. Eine sehr auffällige Terrasse zieht sich vom Krapfenwaldl nach Osten



Fig. 11.

und senkt sich oberhalb Grinzings mit einem steileren Abhange zu einer niederen Terrasse, über die der Schreiberweg verläuft. Und dahinter sehen wir eine



gleichhohe sich ausdehnen, die sich vom Abhange des Kahlenberges über den Nußberg erstreckt und sich dann ebenfalls ober Nußdorf steil zur Ebene senkt. Wir erinnern uns, ganz ähnliche Terrassen bei Baden beobachtet zu haben und kehren zum Kobenzlhofe zurück.

In geringer Entfernung von dem neuen Gasthause liegt rechts unterhalb der zum Krapfenwaldl führenden Straße ein kleiner Steinbruch. Er ist etwa 10 m hoch und zeigt gebankte Sandsteine und Mergel, wie wir sie bei Sievering kennen gelernt haben. Die Schichtfugen verlaufen in dem mittleren Teile der Wand fast horizontal (siehe Fig. 11). Zur Linken biegen die Schichten plötzlich nach abwärts und fallen mit 50–60° nach Nordnordwesten. Diese plötzliche Änderung der Lagerung ist sehr auffällig. Man sieht, daß die Bänke knieförmig gebogen sind. Die darüber — im Bilde links — folgenden Bänke sind ebenfalls steil aufgerichtet. Eine solche Beugung nennen wir Flexur (von *flectere* = biegen). Es ist zu beobachten, daß die Schichten an dem Knie nicht zerbrochen sind, daß die Beugung fast ohne Bruch vor sich gegangen ist.

Die oberflächlichen Partien sind gelockert und zersetzt und zeigen am linksseitigen Abhange deutliche Beispiele von Hakenwerfen, eine Umbeugung der oberflächlichen Gesteinspartien in der Richtung des Abhanges, die eine Gleiterscheinung lockerer Terrainmassen ist, wie wir sie schon in Baden kennen gelernt haben. Wir wenden uns der westlichen Wand des Bruches zu. Auch hier fallen die Bänke steil nach Nordnordwest ein, stellen sich dann allmählich steiler, schließlich stehen sie lotrecht (seiger oder auf dem Kopfe) und fallen dann, wie in Skizze Fig. 12 angedeutet

ist, nach der entgegengesetzten Richtung, nach Südsüdost, ein. Diese Stellung eines Schichtverbandes nennen wir fächerförmig. Die weichen Bänke dieser Wand lassen Ausquetschung und Blätterung erkennen, wie sie durch Druck herbeigeführt werden. Einzelne Sprünge und Risse, Verwerfungen, durchsetzen die festen Bänke und zeigen geringe Verschiebungen der beiden angrenzenden Gesteinspartien.

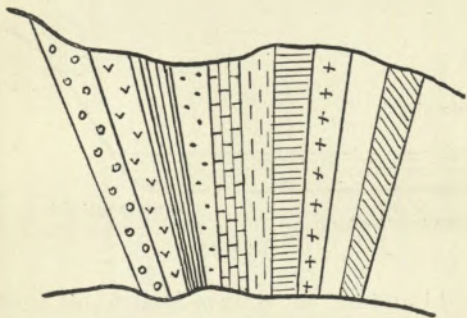


Fig. 12.

Fächerförmige Schichtstellung an einer Felswand.

Wir wenden uns weiter dem Krapfenwaldl zu und steigen zum Muckertal (Schreiberbach) hinab und über das Gasthaus zur Wildgrube zur Kahlenbergstraße hinan, die wir kreuzen, um auf den zum Leopoldsberge hinführenden Weg zu gelangen. Hier blicken wir um uns. Wir stehen unterhalb der Kuppe des Kahlenberges, die sich von hier steil erhebt, auf einer langgestreckten Terrasse in 200 m über der Donau. Vom Nußberge zieht sie sich bis an das Wirtshaus zur „Eisernen Hand“, wo sie plötzlich mit einem scharfen Winkel in den steilen Anstieg übergeht. Diese Terrainformen erinnern

lebhaft an eine Strandplattform, die Brandungskehle und das steile Kliff, wie sie an den heutigen Küsten beobachtet werden. Als Strandplattform bezeichnen wir jenen an den Strand grenzenden Teil des Bodens eines stehenden Gewässers, der von der Tätigkeit der Wellen eingeebnet ist, Brandungskehle jenen Winkel, den der Steilabsturz des Festlandes, das Kliff, und die Plattform bilden (Fig. 13).

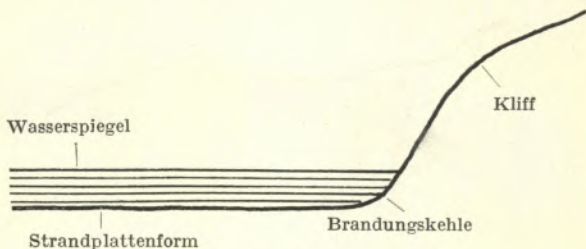


Fig. 13.

Kahl und nur an einigen Stellen mit Buschwerk bedeckt, wird dieser Rücken von Wiesen und Weinbergen eingenommen und bietet dadurch einen scharfen Gegensatz gegenüber dem mit Laubwald bestandenen Steilabhänge des Kahlenberges. Es sind dies ganz ähnliche Terrainformen, wie wir sie oberhalb Badens beobachtet haben.

Wir steigen nun zum Leopoldsberge hinan und genießen von der Höhe eine umfassende Fernsicht. Nach Süden erstreckt sich der wellige Zug des Kahlengebirges bis an das Wiental und weiterhin sehen wir die Berge sich zum Anninger erheben, hinter dem, wenn die Ferne klar ist, der Schneeberg emporragt. Der Anninger senkt sich im terrassenförmig abgesetzten Eichkogel zur Ebene. Und den ganzen Gebirgsrand heran können wir ein sanft

geneigtes Profil der zur Ebene herabsteigenden Hügel verfolgen. Wir sehen da vom Galizinberge über die Wilhelminenburg zum Schottenhofe und zur Schmelz herab eine ähnliche Profillinie, wie wir sie näher vom Schafberge über den Scheibenberg zum Gersthofer Friedhof, vom Michaelerberg gegen die Türkenschanze und knapp vor uns vom Bellevue-schlößchen zum Meisel- und Hungerberge und vom Krapfenwaldl gegen Grinzing und im Nußberge wiederfinden. Wir können ähnliche Terrainformen längs des ganzen Abhanges gegen die Niederung verfolgen, wie wir sie eben auf unserer Wanderung angetroffen haben. Und eine Höhenmessung hat ergeben, daß sich diese Stufen oder Terrassen in mehrere Niveaus einreihen lassen, deren jedes einem Stande des Wasserspiegels eines Sees entspricht, der das Becken von Wien in späterer Zeit erfüllte als das Meer, dessen Bildungen wir bei Baden und Vöslau kennen gelernt haben. Ein stehendes Gewässer muß diese Terrassen geschaffen haben, da wir sie in gleicher Meereshöhe auf weite Erstreckung verfolgen können. Und da solche Niveaus in verschiedener Höhe angetroffen werden, muß eine Senkung des Seespiegels angenommen werden, die nicht kontinuierlich vor sich gegangen ist, sondern die Unterbrechungen erlitten hat. Während ein bestimmtes Niveau durch längere Zeit eingenommen wurde, konnte die Zerstörungskraft der Wellen, die Abrasion, das Ufer an der gleichen Linie angreifen, die Plattform und die Brandungskehle schaffen. Daß diese Terrassen dem Alter nach von oben nach unten aufeinander gefolgt sind, kann man an ihrer Erhaltung erkennen, von der noch später die Rede sein wird. Bis zum Weichbild der Stadt sehen wir die Stufen hinabziehen, wie man aus der tieferen Lage der Gebäude der Innern Stadt erkennt.



Wir wenden uns nun gegen den Strom, der, sich hart an den Fuß des Berges schmiegend, seine Wässer ruhig dahinwälzt. Das breite, von Dämmen eingesäumte Überschwemmungsgebiet zeigt uns an, daß er einst seine Fluten verheerend weit über das Land breitete. Sein Schotterbett erfüllt die ganze Weite des Tales bis zum Bisamberg, der ebenso steil wie der Leopoldsberg die nördliche Talseite bildet. Wo der Fluß aus dieser Enge tritt, da breitet sich sein Schotterfeld weit aus und reicht von Wien bis in die Gegend von Deutsch-Wagram und Markgraf-Neusiedl, über welche Punkte wir sein altes Ufer, den sogenannten Wagram, verlaufen sehen. So weit hat der Strom seine Wässer noch in der Zeit ausgebreitet, die wir als die geologische Gegenwart, deren Bildungen wir als alluvial, als Alluvium (*alluvio* = die Anschwemmung) bezeichnen. Das Alluvialland bildet eine vom Flusse und seinen Armen durchzogene Ebene, die von seichten Furchen, alten Flußarmen, durchschnitten wird und etwa 3 bis 4 *m* über Mittelwasser, dem mittleren Wasserstande, liegt. Sie wird die heutige, oder rezente (*recens* = jung) Terrasse (Niederterrasse) genannt.

Es sind mannigfache Beweise dafür gegeben, daß die Donau ihr Bett zwischen dem Bisamberge und dem Leopoldsberge im Laufe geologischer Zeiträume eingeschnitten hat. Besonders das Vorkommen von Schottern auf der Höhe des Bisamberges, die wir als alte Donauschotter erkennen, zeigt uns an, daß der Fluß einst über dessen flachen Rücken geflossen ist, der 200 *m* über dem heutigen Wasserspiegel genau in das Niveau der Terrassen fällt, die wir vom Eichkogel bis zum Nußberg verfolgt haben. Welcher Zeitraum seitdem verflossen ist, kann man daraus erkennen, daß in historischer

Zeit nicht die geringste Änderung in der Lage des Flußspiegels festzustellen ist.

Die Kraft, mit der jedes fließende Gewässer sein Bett tiefer zu legen oder seitlich zu verschieben trachtet, wird als Erosion (erodere = abnagen) bezeichnet. Da jeder Fluß, jeder Bach, jedes kleinste Rinnsal, der oberflächlich abfließende Regen erodieren, sind die Erosionserscheinungen weit über die Erde verbreitet. Wo immer fließendes Wasser mit dem Gesteine des Untergrundes in Berührung kommt, wird erodiert. Die Pflanzendecke verhindert die Erosion. Diese Wirkung des fließenden Wassers wird noch dadurch erhöht, daß es Detritus, Schotter, mit sich führt, mit dem es den Untergrund korradiert (Korrasion, corradere = ausscharren). Wie dies vor sich geht, zeigt der Strom durch das Wandern seiner Schotterbänke, die er bei Hochwasser anhäuft und verlegt und die bei Niedrigwasser als Inseln emporragen. Bis 200 *m* wandern die Bänke im Laufe eines Jahres und ebenso schiebt sich, wenn auch langsamer, die ganze Masse seines Schotterbettes flußabwärts. Aus der Lage der Bänke im Strom erkennen wir, daß er nicht überall mit gleicher Kraft dahinfließt, sondern daß eine Linie größter Stromgeschwindigkeit, der Stromstrich besteht, die unregelmäßig verläuft. In einer geradlinigen, keine Hindernisse aufweisenden Flußstrecke wird die Geschwindigkeit der Wasserteilchen nur durch die Reibung am Ufer und am Boden verringert. Die größte Wassergeschwindigkeit herrscht also in der Mitte des Flusses nahe der Oberfläche. Wenn aber der Fluß, durch irgend ein Hindernis abgelenkt, einen gekrümmten Lauf einschlägt, so wird an diesen Krümmungen der Stromstrich nach der konvexen Seite des Flußbettes gedrängt. Da hier nun die größte Transport- und Erosions-

kraft (Stoßkraft) wirkt, strebt der Fluß die Krümmungen zu vergrößern und ein sehr gewundenes Bett herzustellen, das nach dem bekannten Flusse in Kleinasien Mäander genannt wird. Bei eintretendem Hochwasser wird aber der Stromstrich oft verlegt und der Fluß teilt sich dadurch in mehrere Arme, die Inseln, Auen, umschließen. Im Stromstriche geht hauptsächlich der Transport des Schotters vor sich und seine Änderung führt eine Verlegung der Schotterbänke herbei, wodurch oft Arme vom Hauptstrome abgeschnitten werden, die man tote Arme oder Altwässer nennt. Ein solches Altwasser ist das Kaiserwasser bei Wien, das wir überblicken. Einst ist die weite Niederung des Alluviallandes der Tummelplatz des wilden Stromes gewesen, der große Verheerungen in der Stadt angerichtet hat, bis er durch kostspielige Regulierungsbauten eingedämmt worden ist. Aber noch in seinem heutigen engen Bette behindert er die Schifffahrt durch die Verlegung der Fahrtrinne und der Schotterbänke.

Wir blicken nun weiter über die Ebene nach Osten, wo die Kleinen Karpathen mit dem Thebener Kobel enden. Wir sehen deutlich die Lücke in der Umrahmung, die dem Donaudurchbruche von Theben entspricht, und dann die Hainburger Berge und nach einer weiteren Unterbrechung der Höhenlinie das Leithagebirge. Und dort leuchten helle Flecke am Abhange der Höhen herüber, es sind Steinbrüche in den Kalken der Litoralbildungen der alten Meeresbucht, denselben, wie wir sie bei Baden kennen gelernt haben und wie sie auch am Saume des Kahlengebirges bis zur Donau ziehen und an vielen Punkten nachgewiesen worden sind.

Westlich von dem Gebäude, das die Spitze des Berges krönt, sehen wir an dem Wege, den wir

gekommen sind, im alten Burggraben gebankte Sandsteine mit etwa  $60^{\circ}$  nach Nordnordwest einfallen und gleiches, wenn auch flacheres Fallen zeigt sich in dem kleinen Einschnitte, der zum Eingangstore des Gehöftes führt. Wir steigen nun auf dem steilen Wege, der über den wegen seiner charakteristischen Kontur als „Nase“ bezeichneten Abhang hinabführt, gegen Kahlenbergerdorf ab. Bei jeder Entblößung des Felsens messen wir Streichen und Fallen, wobei wir aber achtgeben müssen, etwa an der Oberfläche liegende lose Blöcke von dem anstehenden Gestein zu unterscheiden. Wir beobachten anfangs noch ein nach Nordwesten gerichtetes Fallen, aber wenn wir den Abhang weiter hinabsteigen, sehen wir die Schichten flacher liegen, an einer Stelle fast horizontal gelagert und in südöstlicher Richtung fallend umgebogen. Sie bilden hier einen Sattel, eine Antiklinale, wie diese Schichtwölbungen genannt werden (siehe Fig. 18). Südöstliches bis südliches Fallen hält nun an, wenn wir auf dem Wege weiter hinabsteigen, wobei die Gesteinsbeschaffenheit und der Fallwinkel nahezu ununterbrochen wechseln. Wenn wir schon fast die Straße erreicht haben, die nach Klosterneuburg führt, treten dickbankige Sandsteine mit zirka  $50^{\circ}$  Neigung gegen Nordwesten fallend auf. Wir sehen sie mit Mergeln wechselnd in großem Maßstabe an der Felswand entblößt, die sich als gefährliches Rutschterrain über der Straße erhebt und gegenwärtig durch Kunstbauten gesichert wird. Das steile Gehänge und die Durchsetzung des Gesteins mit Sprüngen veranlassen häufige Steinfälle (Steinschläge), durch die die Straße und der Bahnkörper bedroht werden. Es sind hier die Bedingungen für einen Bergrutsch, Bergschliff oder Bergsturz gegeben, wie wir die meist rasche



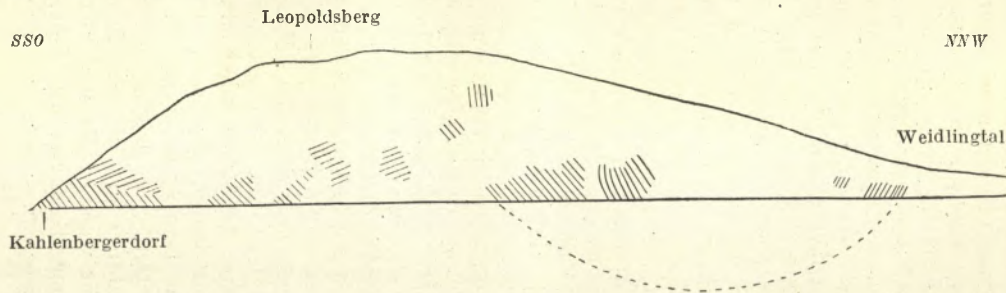


Fig. 14.

Profilskizze der rechten Talseite des Donaudurchbruches bei Kahlenbergerdorf  
von Langenzersdorf gesehen.

Die Linien geben die Lagerung der Schichten an.

Abwärtsbewegung größerer Schuttmassen nennen. In dem oberen Teile der Wand erkennen wir aber ein Fallen mit ganz flacher Neigung gegen Süden, und wenn wir zu dieser Stelle hinaufklettern, sehen wir die Bänke an der Grenzlinie zwischen diesen beiden Schichtpaketen von mannigfachen Klüften und Rissen durchsetzt. Trotzdem aber zeigen sich die Enden der Bänke gegen diese Linie gebogen, so daß wir nicht zweifeln können, daß die gegen Südosten ansteigenden Bänke umbogen sind und in der Fortsetzung ungefähr gegen Süden einfallen (siehe Fig. 14 links). Die Schichten sind hier also umbogen, gefaltet, wir heißen eine solche Umbiegung eine Falte. Die beiden gegeneinander geneigten Schichtpakete werden die Schenkel, die Umbiegungsstelle der Scheitel genannt. Vorausgreifend wollen wir erwähnen, daß wir die hier beobachtete Faltungsform eine liegende Falte nennen.

Wenn wir nun weiter gegen Nordwesten wandern, sehen wir das Nordwest-Fallen der Schichten anhalten, wobei sich nochmals (oberhalb Vallendas Gasthaus) eine ähnliche Umbiegung wie vorhin zeigt.

In dem Steinbruche, der sich noch vor dem Gasthause befindet, sehen wir die große Mannigfaltigkeit der Gesteinsausbildung. Die meist sehr festen, homogenen Kalkmergel sind auf den Schichtflächen mit Fukoiden bedeckt, es finden sich Hieroglyphen und Fließwülste von großer Abwechslung und dazwischen schalten sich feinkörnige Sandsteine ein, die auf den Absonderungsflächen mit Glimmerschüppchen und Kohlenteilchen bedeckt sind, so daß man erkennt, wie diese Anreicherung die Schichtung und die Spaltbarkeit bedingt. Blätterige, verdrückte Mergel, oft schieferartig, wechsellagern häufig. Hinter dem Gasthause

bis gegen die ehemalige Trasse der Drahtseilbahn zeigt sich bis auf die Höhe des Berges nordwestliches Fallen. Beim Weingute Donauhört fallen die Flyschbänke mit wechselndem Neigungswinkel gegen Nordwest, stellen sich an der linken Seite des großen Steinbruches der Zementfabrik sehr steil, wobei sich ganz in der Höhe seigere Schichtstellung, ja sogar ein steiles Fallen nach der entgegengesetzten Richtung bemerkbar macht. Diese liegenden Schichten sind schieferige Mergel und darüber folgen Sandsteine mit vielen Kohlenresten, oft dadurch dunkel gefärbt, Mergel und Mergelschiefer in Wechsellagerung. Das Fallen der Schichten wird gegen das rechte Ende des Bruches allmählich flacher. Ein Stück weiter sehen wir bei der Abzweigung der Straße, die zur Röderschen Fabrik führt, steil nach Süden fallende, dünngebankte Sandsteine und schieferige Mergel in einem kleinen Aufschlusse anstehen, auf denen eine horizontale Bank von  $\frac{1}{2} m$  Stärke liegt, die aus Quarz- und Flyschgeröllen mit sandigem Bindemittel besteht. Die Beschaffenheit der Gesteine zeigt an, daß wir es mit dem verfestigten Schotter eines Flusses zu tun haben, daß dies ein Stück einer alten Terrasse der Donau ist. Es liegt also hier ein viel jüngeres Schichtglied ungestört auf stark gestörten älteren Schichten. Es ist dies ein Beispiel einer unregelmäßigen, übergreifenden — diskordanten (*discordare* = uneinig sein) Lagerung (Diskordanz) (Fig. 15 b).

In nächster Nähe eröffnet sich im Abhange des Berges ein weiter Steinbruch, in dem durchwegs Südfallen herrscht. Es sind hier meist dickbankige Sandsteine, die gewöhnlich reichlich kohlige Teilchen enthalten und dadurch oft eine dunkle Färbung besitzen, feste Mergel und schiefrige Lagen in Wechsellagerung zu sehen. Die Schichten stellen

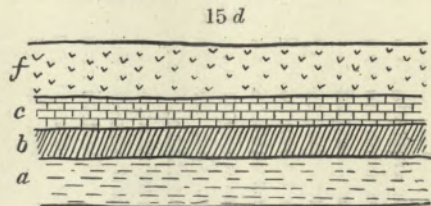
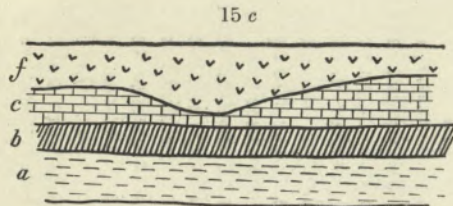
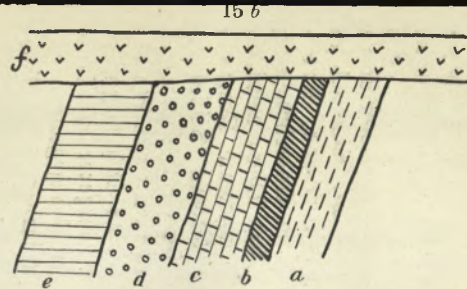
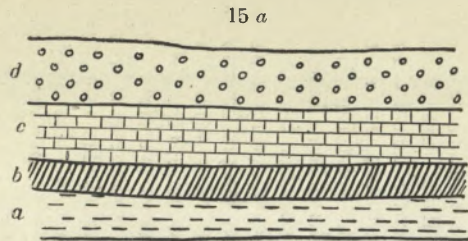


Fig. 15 a. Konkordante Lagerung.

Fig. 15 b. Diskordante Lagerung. Die Schichten *a—e* sind gestört worden, bevor *f* abgelagert wurde.

Fig. 15 c. Diskordante Lagerung. Die Schichten *d* und *e* (vgl. Fig. 15 b) sind bei ungestörter Lagerung ganz, *c* teilweise abgetragen worden, bevor *f* auf einer unregelmäßigen Denudationsfläche abgelagert wurde.

Fig. 15 d. Maskierte Diskordanz. Die Schichtglieder *d* und *e* sind ganz, *c* teilweise entfernt worden, bevor *f* anscheinend konkordant abgelagert wurde.



sich gegen die nordwestliche Ecke des Bruches steiler und der Neigungswinkel erreicht  $70^{\circ}$ . Gegen oben sind die Schichten horizontal abgeschnitten und darüber lagert ungestört eine ein paar Meter dicke Lage von Schotter aus Quarzgeröllen. Eine solche Auflagerung haben wir eben diskordant, übergreifend genannt. Sie zeigt eine Unterbrechung in der Sedimentation an (Fig. 15). Diese zeitliche Lücke macht sich meist wie in unserem Beispiele dadurch kenntlich, daß die älteren Schichten gestört worden sind, bevor die jüngeren abgelagert wurden, so daß also die Schichtflächen einen Winkel einschließen. Fast immer ist eine Abtragung, Denudation, des Liegenden eingetreten. Nun kann es geschehen, daß diese vor sich gegangen ist, ohne daß die Liegendschichten ihre ursprüngliche Lagerung verändert haben. Wenn nun darüber eine andere Bildung transgrediert, übergreift, so sind die Schichten untereinander parallel und scheinbar konkordant, wir sprechen dann von einer maskierten Diskordanz. Eine ursprünglich horizontale, diskordant auflagernde Schicht kann selbst wieder Störungen erfahren haben, so daß sich die Lagerung weiter kompliziert (siehe Fig. 16).

Der Schotter ist ungeschichtet, bisweilen nur durch sandige Einlagerungen eine Schichtung angedeutet, die einzelnen Gerölle sind ungesondert, abgerundet und deuten auf einen langen Transport hin. Ihre Farbe ist vorherrschend weiß, doch kommen auch gelbliche oder rötliche vor. Wenn wir diese mit angesäuertem Wasser waschen, verschwindet die Färbung und es tritt darunter der weiße Quarz hervor. Die Färbung ist also oberflächlich und dringt nur auf Sprüngen in das Gestein hinein. Sie rührt von Eisenoxyd her, das durch die Zersetzung eisenhaltiger Gesteine — vermutlich

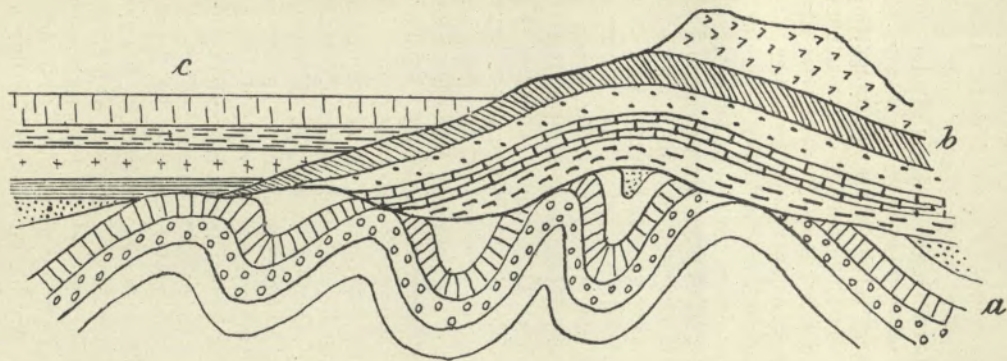


Fig. 16.

Wiederholte Diskordanz.

Die Schichtfolge *a* war gefaltet, bevor *b* abgelagert wurde, und beide erfuhren spätere Störungen, bevor die Schichtreihe *c* zur Ablagerung gelangte.

Flyschgesteine — entstanden ist. Dazwischen liegen meist rasch auskeilende dünne Lagen (Lassen, Schmitzen, Bänder) von grauem oder gelblich bis rötlich gefärbten Quarzsand. Dies alles deutet darauf hin, daß wir es hier mit einer von einem Flusse herrührenden (fluviatilen) Ablagerung zu tun haben. Die Gerölle gleichen ganz denen des Donaustromes und wir haben diese Schotter als Ablagerung der Donau zu jener Zeit anzusehen, als der Fluß etwa 25 *m* höher floß als heute. Man darf also zur Erklärung hochliegender Flußschotter nicht annehmen, daß der Fluß einst ein um so viel mächtigeres Schotterbett besessen hat als heute, sondern dieses ist damals höher gelegen gewesen und er hatte sich damals noch nicht so tief in den Untergrund eingeschnitten, so tief erodiert. Wir haben diese Schotter also als ein Stück jenes älteren Bettes anzusehen, als einen Rest einer höheren Flußterrasse, die auf dem vom Flusse abgescheuerten festen Fels abgelagert worden ist. In dem vorher besuchten kleineren Aufschlusse sind die Schotter nicht lose wie hier, sondern verfestigt. Solche Verfestigung, Verkittung, Zementierung hängt, wie schon erwähnt, davon ab, ob ein Bindemittel vorhanden ist, das die einzelnen losen Bestandteile zu einem festen Gestein verkittet (Diagenese). Meist findet diese Verfestigung durch kohlensauren Kalk statt, der aus einer wässerigen Lösung abgeschieden wird, oder es kann, besonders bei fluviatilen Schottern, ein sandig-toniges Sediment sein, das als Schlamm abgesetzt worden ist und eine freilich nicht sehr feste Zementierung bewirkt.

Wir sind auf unserem Wege von Kahlenbergerdorf bis gegen das Tal des Weidlingbaches stets quer zum Streichen der Schichten und des Gebirges gewandert, wir haben das Profil durch das

Gebirge kennen gelernt, das die Donau in dem Durchbruchstale aufgeschlossen hat, in dem sie den Zug des Kahlengebirges quert. Überblicken wir die Gesamtheit der Lagerungsverhältnisse der Flyschgesteine, die wir in dem Profil gesehen haben, so erhalten wir ein Bild von dem Baue, der Tektonik, des Gebirges an dieser Linie. In dem zuletzt besuchten Bruche fallen die Schichten nach Süden ein, in dem der Zementfabrik nach N bis NW. Wenn wir diese Schichten, die an beiden Stellen die größte

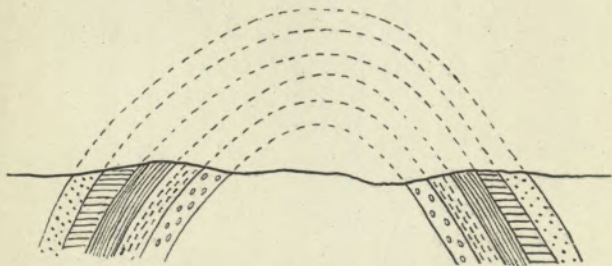


Fig. 17.

Übereinstimmung zeigen und von denen wir annehmen können, daß sie ein und dasselbe Schichtglied sind, uns nach unten fortgesetzt denken, so ergibt sich eine Mulde (Synklinale), deren Scheitel unsichtbar ist und von der nur kurze Stücke der Schenkel unserer Beobachtung zugänglich sind (siehe Fig. 14 und 18). Was hier an einer Synklinale zu beobachten ist, kann auch an einer Antiklinale eintreten, ihr Scheitel kann durch Abtragung entfernt sein, so daß nur Teile der beiden Flügel zu sehen sind, die sich erst zur Wölbung ergänzen lassen. Wir nennen eine solche Wölbung einen Luftsattel (Fig. 17). Weiter gegen Kahlen-



bergerdorf werden die Schichtstörungen noch verwickelter. Wir haben an zwei Stellen liegende Falten und einen wiederholten Wechsel des Schichtfallens beobachtet. Dies zeigt uns, wie stark diese Gesteine gestört sind, was für unsere Zwecke genügt. Nun sollte ihre Schichtfolge — ihr relatives Alter — festgestellt und durch Verfolgen einer immer wieder mit Sicherheit zu erkennenden Schicht klargestellt werden, welche Störungen sie erlitten hat, wodurch sich erst ein Bild des Baues des ganzen Bergzuges ergeben könnte. Bei dem wirren Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit und dem fast völligen Mangel an Fossilien ist dies aber in der Flyschzone der Ostalpen noch nicht möglich gewesen, so daß wir noch keine klare Vorstellung von der Bedeutung dieser Faltungserscheinungen besitzen. Für den Anfänger aber genügt das bisher Gesehene vollauf.

Alle Gesteine, die wir im Bereiche der Flyschzone begegnet haben, zeigen Absatz unter stehendem Wasser an, es sind typische Sedimentgesteine. Der fortwährende Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit und die so ausgeprägte Bankung und oft feine Schichtung lassen auf eine oftmalige Änderung der Sedimentationsbedingungen schließen. Daß diese ursprünglich horizontal gelagerten Schichten nun so intensiv gestört worden sind, setzt eine von der Seite her wirkende Kraft voraus, der nachgebend sie gefaltet worden sind. Dieser Seitenschub wird in letzter Linie durch die Abkühlung der Erde bedingt. Wir haben schon früher erwähnt, daß die Temperatur im Innern der Erde mit größerer Tiefe zunimmt und durch die Erscheinungen der Vulkane werden wir zu der Annahme geführt, daß das Erdinnere eine Temperatur von mehreren tausend Graden besitzt und nur eine verhältnismäßig dünne,

festen Erdkruste schon erkaltet ist. Durch fortwährende Wärmeabgabe scheint nun die Temperatur der Erde stets abzunehmen. Es tritt dadurch eine Volumsverringerung, eine Zusammenziehung ein, durch die Spannungen in der festen Erdrinde entstehen, die sich als Seitenschub auslösen. Es werden also Teile der Erdkruste unter hohem Druck stehen. Diese Spannungen können sich auf zweierlei Weise ausgleichen. Wenn die Massen starr sind und dem Drucke nicht nachgeben, kann eine Trennung einzelner Schollen an Brüchen, Verwerfungen stattfinden, oder es kann Biegung eintreten, wenn die Gesteine dem Drucke allmählich ausweichen. Für diese Vorgänge können wir aber nicht die uns auf der Erdoberfläche vor Augen liegenden Verhältnisse zum Vergleich heranziehen. Unter dem ungeheuren Drucke der auflastenden Gesteinsmassen und der Spannungen der Erdrinde sowie bei der in größerer Tiefe herrschenden hohen Temperatur dürfte eine ganz andere Plastizität selbst uns starr erscheinender Gesteine bestehen. Dabei spielt deren Durchdringung mit Feuchtigkeit gewiß auch eine große Rolle. Auf diese Weise können so ziemlich alle Gesteine ohne Bruch gebogen und gefaltet werden.

Eine andere Ansicht geht dahin, daß die Gesteine durch den hohen Druck eine völlige Zermalmung erfahren, aber stets wieder verkittet und durch Umkristallisieren der einzelnen Bestandteile regeneriert werden. Durch diese Vorgänge wird auch bisweilen das lokale Anschwellen oder die Auswalzung von Gesteinspartien zu erklären sein.

Durch die Faltung tritt eine Verkürzung der Ausdehnung einer Schicht ein (siehe Fig. 18). Sie bildet (konkave) Mulden, Synklinalfalten (Synklinen, Synklinalen) und (konvexe) Sättel,

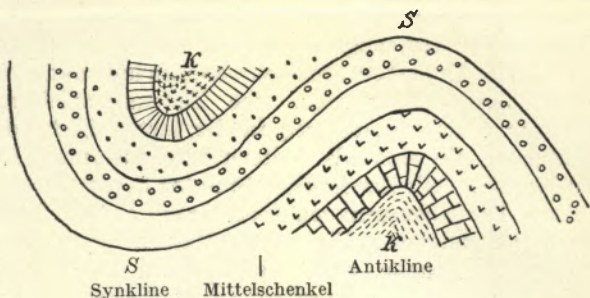


Fig. 18.

$S$  = Scheitel,  $K$  = Kern.

Antiklinalfalten (Antiklinen, Antiklinalen). Eine Falte — sensu stricto — besteht aus einem Sattel und einer Mulde, die durch den Mittelschenkel verbunden werden. Schlechtweg heißt man jeden Teil für sich Falte. Die beiden gegeneinander geneigten Seiten einer Falte werden

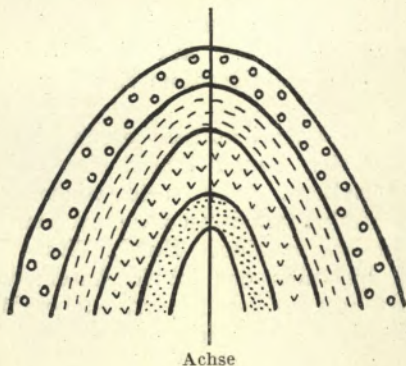
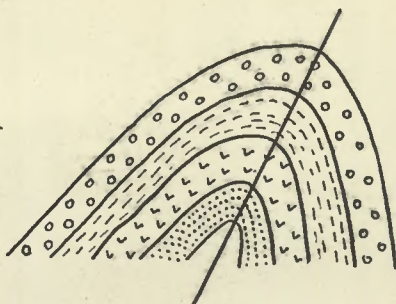


Fig. 19.

Aufrechte Falte.

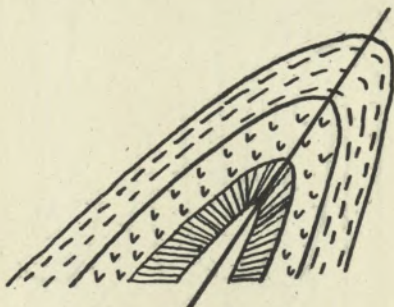


Achse

Fig. 20.

Schiefe Falte.

Schenkel oder Flügel genannt, die entweder nach unten (Synklinen) oder oben (Antiklinen) konvergieren. Die Symmetralebene der Falte (die den Winkel der Schenkel halbiert) heißt Achsenebene oder Achse schlechtweg. Steht diese vertikal, sind also beide Schenkel



Achse

Fig. 21.

Überkippte Falte.



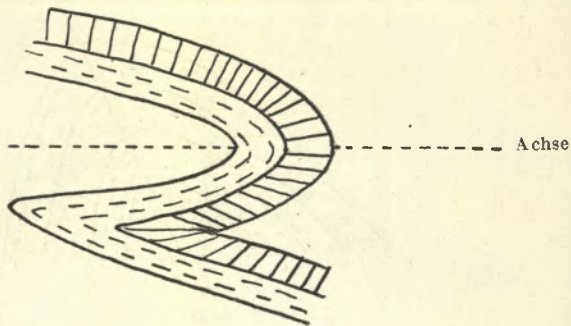


Fig. 22.  
Liegende Falte.

gleichmäßig gegen die Horizontale geneigt, so sprechen wir von einer aufrechten oder stehenden Falte (Fig. 19). Ist die Achse schräg zur Horizontalebene, fallen also die Schenkel mit verschiedener Neigung nach entgegengesetzten Richtungen, so nennen wir dies eine schiefe Falte (Fig. 20).

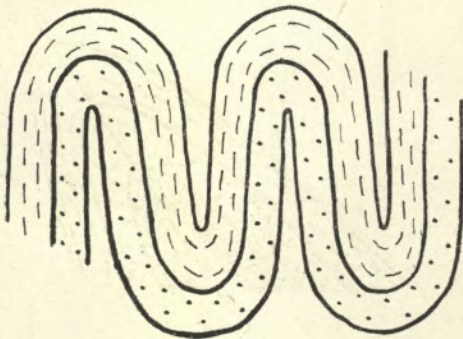


Fig. 23.  
Aufrechte Isoklinalfalte.

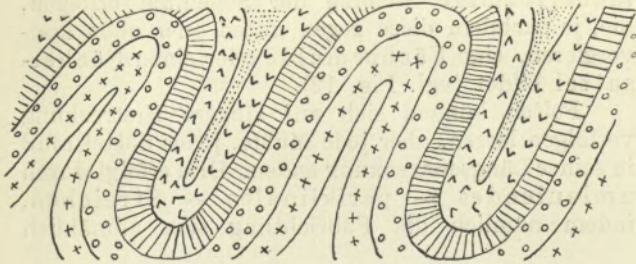


Fig. 24.

Schiefe Isoklinalfalten.

Fallen sie nach derselben Seite, so heißt diese Falte überkippt (Fig. 21). Liegt die Achse sehr stark geneigt oder horizontal, entsteht eine liegende Falte (Fig. 22). Sind die Schenkel infolge starker Zusammenpressung mehr oder weniger parallel, so nennen wir dies eine Isoklinalfalte, die entweder aufrecht, schief oder überkippt und liegend sein kann (Fig. 23, 24 und 25). Durch den Zusammenschub von Isoklinalfalten kann eine

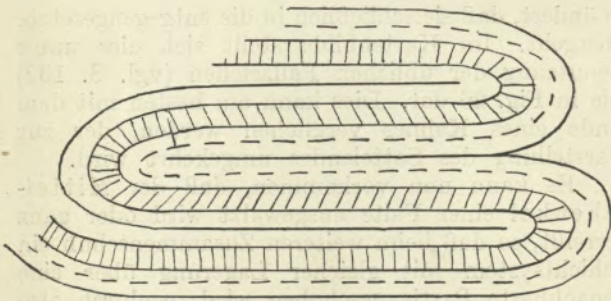


Fig. 25.

Liegende Isoklinalfalten.

fächerförmige Stellung der Schichten erfolgen, die, je nachdem diese gegen unten oder oben konvergieren, eine Fächermulde oder einen Fächer-sattel bildet (vgl. Fig. 12).

Falten können sich auf längere Erstreckung verfolgen lassen, aber jede Mulde, jeder Sattel muß in seiner Längserstreckung enden. Dies erfolgt durch umlaufendes — periklinales — Streichen, indem nämlich die Fallrichtung sich allmählich

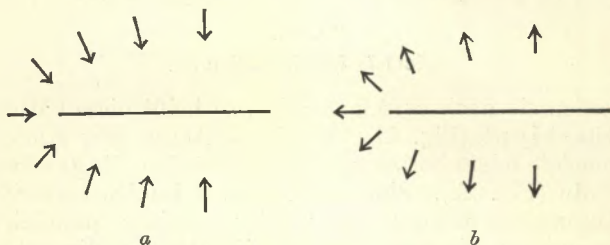


Fig. 26.

*a* Periklinales Streichen am Ende einer Mulde, *b* am Ende eines Sattels.

Die Pfeile geben die Richtung des Schichtfallens.

so ändert, daß sie schließlich in die entgegengesetzte übergeht. Im Kartenbilde stellt sich dies unter Benutzung der üblichen Fallzeichen (vgl. S. 132) wie in Fig. 26 dar. Dies kann am besten mit dem Ende eines Kahnens verglichen werden, der zur Darstellung des Sattelendes umgekehrt wird.

Es kann nun vorkommen, daß der Mittelschenkel einer Falte ausgewalzt wird oder ganz zerreißt, so daß beim weiteren Zusammenschub ein Schichtsystem mit gleicher Lagerung über eine benachbarte Partie geschoben wird, wodurch also eine Wiederholung der Schichtfolge eintritt (Fig. 27). Wir nennen diesen Vorgang Falten-

überschiebung und sprechen von den darübergeschobenen Schichtpartien als von Überschiebungsschollen, Deckschollen.

Solche Überschiebungen (Wechsel) entstehen auch, ohne daß eine nennenswerte Faltung eintritt. Wenn eine starre Schichtentafel nicht durch

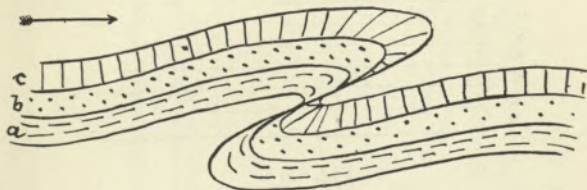


Fig. 27 a.

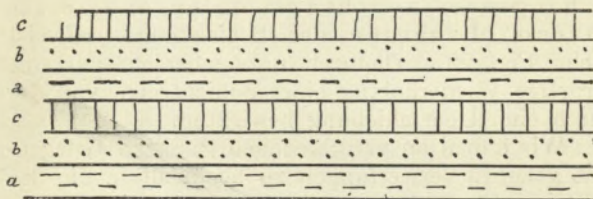


Fig. 27 b.

Faltenüberschiebung.

Faltung ausweichen kann, kommt es vor, daß sie von einer meist schräg verlaufenden Verwerfung (Wechselfläche) durchsetzt wird, an der der eine Flügel über den andern geschoben wird (Fig. 28).

Bei sehr enggepreßten Falten (Isoklinalfalten), wie an der Felswand bei Kahlenbergerdorf, bricht gewöhnlich der Scheitel und es ist bei einer mehr minder horizontalen Lagerung die Falte nur daran zu erkennen, daß der über der Achsenebene liegende



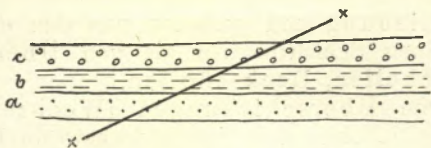


Fig. 28 a.

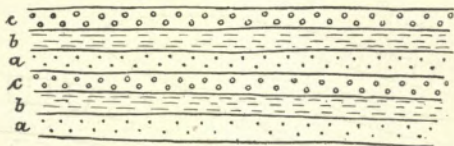


Fig. 28 b.

x x Wechselfläche.

— hangende — Schenkel entgegengesetzte (inverse) Lagerung der Schichtfolge aufweist (siehe Fig. 29). Dadurch unterscheidet sich eine derartige Wiederholung einer Schichtreihe von der durch eine Überschiebung bewirkten.

Wir haben an verschiedenen Punkten Gelegenheit gehabt, Verwerfungen zu beobachten, die das Gestein durchsetzen und dessen Partien gegeneinander absinken lassen. Solche Verwerfungen beginnen damit, daß eine Absenkung ohne Lösung des Schichtverbandes eintritt, sogenannte Flexur

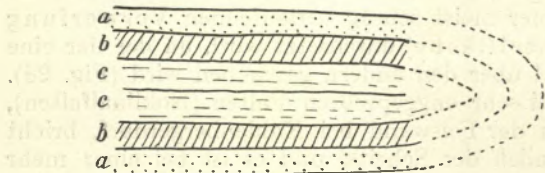


Fig. 29.

Inverse Lagerung.

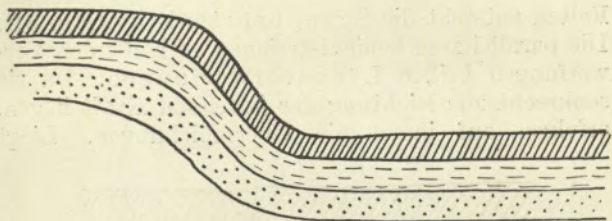


Fig. 30.

(siehe Fig. 30). Kann das Gestein nicht mehr nachgeben und zerreißt, so sprechen wir von einer zerrissenen Flexur. Es tritt dann eine vertikale Verschiebung eines Flügels nach abwärts — schlechtweg Verwerfung genannt — an der Rutschfläche ein, die dadurch eine Glättung (Politur) erhält, die als Harnisch oder Spiegel bezeichnet wird (Fig. 6). Ist an einer schräg verlaufenden Verwerfung eine Partie gegenüber der andern gehoben, so tritt eine Überschiebung (Wechsel) ein (Fig. 28). Durch mehrfache Wiederholung paralleler und gleichsinniger Überschiebungen auf Verwerfungen oder durch Zerreißung liegender

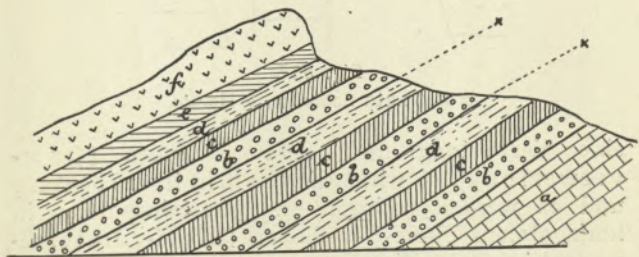


Fig. 31.

xx Überschiebungsflächen.

Falten entsteht die Schuppenstruktur (Fig. 31). Die parallel zum Schichtstreichen verlaufenden Verwerfungen heißen Längsverwerfungen. Da sie senkrecht zur Richtung der faltenden Kraft liegen, erfolgen auf ihnen die Überschiebungen. Liegt

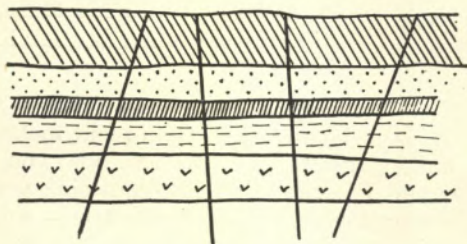


Fig. 32 a.

b

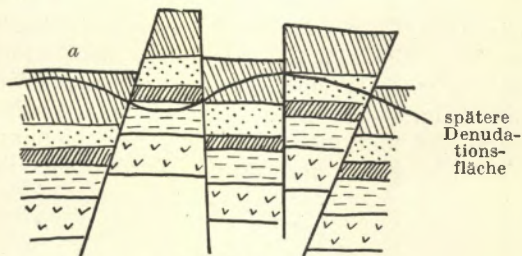


Fig. 32 b.

a gesenkte Schollen, b Horste.

eine Verwerfung quer zum Streichen (Quer-  
verwerfung), so wirkt die Kraft in ihrer Richtung  
und es werden dadurch zwei Gesteinspartien in  
horizontalem Sinne verschoben (Blatt-, Lateral-  
verschiebung, Fig. 7).

Bei Verwerfungen und Überschiebungen werden  
meist die der Verwerfungs- respektive Wechsel-

fläche benachbarten Partien etwas nach der Bewegungsrichtung gebogen, geschleppt (siehe Fig. 6). Das Ausmaß der Verschiebung der Schollen gegeneinander ist sehr verschieden. Sie beträgt bisweilen nur eine Spanne, aber es sind Verwerfungen beobachtet worden, deren Sprunghöhe Tausende von Metern ist. Ebenso können Überschiebungen ganz gewaltige Dimensionen annehmen und bei den ungeheuren Schollen der Erdrinde (Decken), aus denen man sich heute manche der großen Faltengebirge aufgebaut denkt, werden Bewegungen über Hunderte von Kilometern angenommen. Doch damit kommen wir schon auf das Gebiet der spekulativen Tektonik, die über die Grenzen unseres Stoffes hinausgeht.

Durch diese Vorgänge entstehen Erhebungen der Erdoberfläche, die wir als gehobene Gebirge bezeichnen. Durch die Faltung werden die sogenannten Faltengebirge aufgewölbt, zu denen wir alle großen Gebirgszüge der Erde, die Alpen, den Himalaya, die Kordilleren und Anden, rechnen müssen. Aber auch ohne Faltung können Gebirge entstehen, indem sich die Spannung der Erdkruste an Bruchlinien auslöst, an denen Schollen der Erdrinde gehoben oder gesenkt werden (Schollengebirge). Denken wir uns ein Schichtsystem von Verwerfungen durchschnitten, so können, wie in Fig. 32 die einzelnen Schollen auf diese Weise dem seitlichen Drucke nachgeben. Es entstehen Senkungen, Senkungsfelder. Wir haben erwähnt, daß das inneralpine Wienerbecken an Bruchlinien niedergebrochen ist, die im Westen längs des Alpenrandes zwischen Wien und Gloggnitz, im Osten längs des Leithagebirges verlaufen. Ein solcher Niederbruch erfolgt oft nicht an einer einzigen Linie, sondern treppenförmig an mehreren Brüchen (Staffelbrüche) von dem stehen ge-



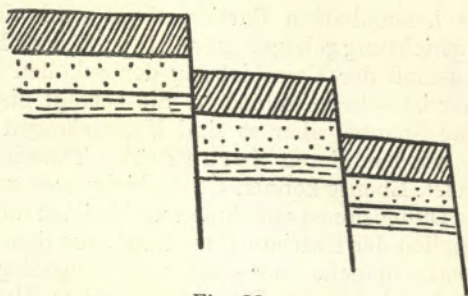


Fig. 33.  
Staffelbrüche.

bliebenen Flügel zum Bruchfelde (Fig. 33). Wenn ein Teil der Erdkruste an parallelen Brüchen abgesunken ist, so sprechen wir von einer Grabensenkung oder schlechtweg von einem Graben (Fig. 34). Ist eine von Bruchlinien allseitig begrenzte Scholle stehen geblieben, während das Land ringsum abgesunken ist, so nennen wir sie einen Horst (Fig. 32). Ein solcher kann auch entstehen, wenn eine Scholle gegenüber der Umgebung mit ursprünglicher Lagerung der Schichten gehoben ist.

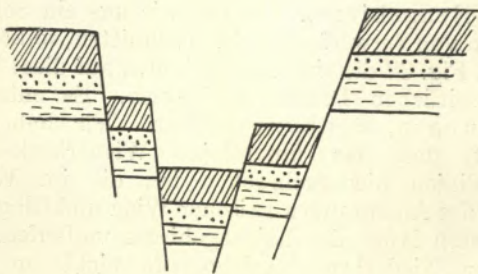


Fig. 34.  
Grabensenkung.

Wir haben die Erkenntnis, daß die tieferen Lagen einer Schichtreihe zuerst, die höheren später abgelagert worden sind, daß diese also jünger als jene sind, als die Grundlage der Altersbestimmung von Schichtgesteinen bezeichnet. Die historische Geologie befaßt sich damit, dieses relative Alter der Gesteine festzustellen und bedient sich zu dem Zwecke der Versteinerungen, die darin eingeschlossen sind. Die Fossilien sind die Vorfahren der heutigen Lebewesen, die in ihren ganzen Entwicklungsreihen, wenn auch oft lückenhaft, erhalten sind. Wir können, auf ihrer Kenntnis fußend, feststellen, welches Tier früher, welches später gelebt hat und daraus das größere oder geringere Alter der Schicht erkennen, in der wir ein Fossil antreffen. Diese Altersbestimmung kann natürlich nur relativ sein, wir können nur sagen, daß eine Schicht jünger oder älter ist, aber es fehlt uns jeder Maßstab eine Wertung nach Jahren vorzunehmen. Alle diesbezüglichen Versuche können nur sehr ungenaue Ergebnisse liefern.

Wenn wir das Alter eines Schichtgliedes feststellen können, so ist es uns auch möglich, das Alter einer Schichtstörung mehr oder weniger genau zu bestimmen. Diese ist immer jünger als das jüngste von ihr ergriffene und älter als das älteste nicht mehr gestörte Schichtglied. Wenn wir eine Verwerfung (Fig. 35) eine Schichtreihe durchsetzen sehen, die sich nicht mehr in die Hangendschichten fortsetzt, so ist ihr Alter begrenzt durch die jüngste von ihr betroffene und die älteste nicht mehr betroffene Schicht. In der zwischen der Ablagerung dieser beiden Schichten gelegenen Zeit ist die Störung entstanden. Wenn wir ein gefaltetes Gebirge vor uns haben, so wissen wir, daß die Faltung jünger ist als das jüngste gefaltete Schichtglied,

und wenn in diesem Gebirge ungestörte Schichten auftreten, liegt die Faltung mit der Diskordanz zwischen diesem und dem ältesten in ursprünglicher Lagerung befindlichen Schichtgliede. Auf diese Weise können auch mehrere Faltungsperioden erkannt werden, wie sie fast in jedem Gebirge auftreten (Fig. 16).

Durch von außen her wirkende Kräfte, Druck oder Hitze, erfahren Gesteine mancherlei Veränderungen, die als Metamorphose (metamorphoun = verändern) bezeichnet werden. Durch

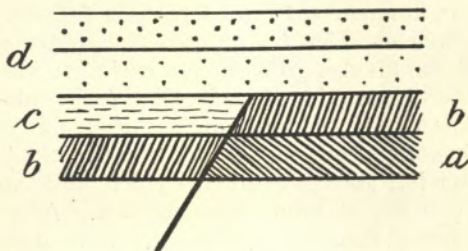


Fig. 35.

die Druck- oder Dynamometamorphose (Dynamis = die Kraft) werden Gesteine verfestigt oder in ihrem Gefüge gelockert, von Sprüngen durchsetzt (Druckbreccien), fein geschichtet, geblättert oder geschiefert. Es ändert sich ihre kristallinische Beschaffenheit, oder sie werden durch den Druck kristallinisch, wie z. B. Kalke dadurch in Marmor verwandelt werden. Schieferung ist die sekundäre Entstehung von regelmäßigen parallelen Spaltungsflächen innerhalb eines Gesteins, die von den Schichtflächen und dem Fallen unabhängig sind.

Durch die Einwirkung von Hitze bei Berührung (im Kontakt, daher Kontaktmetamorphose) mit glutflüssigem Magma erfahren Gesteine physikalische,

seltener chemische Einwirkungen. Sie werden auf diese Weise gebrannt, gefrittet, angeschmolzen, verglast, kristallinisch ausgebildet oder säulenförmig abgesondert. Außerdem gehen mannigfache chemische Veränderungen vor sich, die die Entstehung neuer Minerale bewirken. Ablagerungen von Pflanzenresten werden durch Druck und Einwirkung hoher Temperatur in der Weise beeinflußt, daß ihr Verkohlungsprozeß beschleunigt wird. So wird Braunkohle auf diesem Wege lokal in Steinkohle oder selbst Anthrazit verwandelt.

Diagenese nennen wir alle physikalischen und chemischen Veränderungen, die ein Gestein durch nicht von außen her wirkende Kräfte erfährt. Dazu gehören Verfestigung durch ein Bindemittel oder Kristallisationsvorgänge, Anreicherung von Substanzen, Konkretionsbildung, Auslaugung und viele sehr verwickelte chemische Vorgänge. Wir haben Beispiele von Diagenese im Laufe der Darstellung wiederholt hervorgehoben.

Wir wenden uns nun dem Strome zu, der in seinem regulierten Bette dahinfließt. Seine Schotter liegen an den verödeten Hafenanlagen, die sich längs des Ufers weithin erstrecken, künstlich aufgeschüttet. Ihre Farbe ist im ganzen weiß, hellgelb oder graulich. Die Größe der einzelnen Stücke ist sehr wechselnd. Solche von Faustgröße gehören schon zu den größeren, manche erreichen Kopfgröße. Vorherrschend ist Wal- oder Haselnußgröße. Die kleineren Stücke sind mehr kugelförmig, die größeren flach (Geschiebe). Dies hängt wohl von der Art der Fortbewegung ab, ob sie geschoben oder gerollt werden. Es ist für die Untersuchung von Schottern, besonders fossiler, sehr wichtig, ihre Zusammensetzung kennen zu lernen. Dies geschieht, indem man mehrere hundert Gerölle nach der Be-



schaffenheit des Gesteins sortiert und das prozentuelle Verhältnis feststellt. Zuerst scheidet man die durch ihr Verhalten gegen Salzsäure und durch geringere Härte kenntlichen Kalke und Dolomite aus. Sodann kann man die in überwiegender Zahl vorhandenen weißen Quarze auslesen und den Rest einem genaueren Studium unterziehen. Es ergibt sich daraus, daß etwa 62% der Gerölle aus Quarz bestehen, 12% Kalke und Dolomite sind und der Rest von 26% anderen Gesteinen angehört. Diese weiter zu untersuchen, geht über den Rahmen unserer Aufgabe hinaus und obliegt der Gesteinslehre, der Petrographie (petra = Stein, graphein = beschreiben). Das Zurücktreten der Kalke ist sehr auffällig, da die Donau doch ihre Hauptzuflüsse aus den Alpen erhält, deren Kalkzone viel Abtragungsmaterial liefert. Man muß nun, wie schon früher gesagt wurde, dabei aber bedenken, daß die Schotter eines großen Flusses schon mehr unabhängig von dem geologischen Baue des Zuflußgebietes sind, da durch den längeren Transport eine Auslese erfolgt ist, indem nämlich die weniger widerstandsfähigen Gesteine zuerst völlig verschwinden. Dadurch tritt mit dem geringeren Korne ein Überhandnehmen der härteren Bestandteile ein. Auf diese Weise werden besonders harte und schwere Minerale, Diamanten, Rubine, Saphire, Gold und Platin, die in den Gesteinen eines Gebirges nur überaus selten auftreten, dadurch daß die weniger widerstandsfähigen Gesteine zerstört und die leichteren fortgeschwemmt werden, in dem Sande an geeigneten Punkten so sehr angereichert, daß ein lohnender Abbau möglich ist. Diese Vorkommen werden als Seifen (Gold-, Platin-, Rubinseifen usw.) bezeichnet und sie liefern fast ausschließlich die Weltproduktion an Edelmetallen und Edelsteinen.

Wir finden unter den Geröllen zahlreiche, die äußerlich gelblich gefärbt sind und weiße Abreibungsflächen zeigen. Diese verraten dadurch, daß sie einem gelblich gefärbten Schotter entstammen und bei dem Transporte von den benachbarten Geröllen abgerieben worden sind. Wir haben schon in dem letzten Steinbruche die Schotter der auflagernden Terrasse gelblich oder rötlich gefärbt gesehen und wir werden dieselbe Erscheinung später noch in höheren alten Terrassen kennen lernen. Diese fleckigen Gerölle weisen also darauf hin, daß die Schotter, die die Donau heute zu ihrer Niederterrasse aufgehäuft hat, wohl größtenteils durch Umschwemmung aus alten Schotterdecken entstanden sind, die ihr Material von dem böhmischen Massiv, der großen Urgebirgsmasse, die Böhmen und das westliche Mähren einnimmt, erhalten haben.

Die Schotter besitzen in ihrer ursprünglichen Lagerung eine wechselnde Mächtigkeit, die bei Wien mit 12 *m* festgestellt worden ist. Sie werden überlagert von einem zarten, gelblichen oder lichtbraunen, feinsandigen Lehm, der zahlreiche weiße Glimmerschüppchen enthält. Er ist der Niederschlag der Wassertrübung und in feuchtem Zustande schlammartig. Er wird als Silt oder Auelehm bezeichnet und bildet einen günstigen Boden für die Vegetation der Auen, wo er bei Hochwasser abgelagert wird. Man sieht nach dem Zurückweichen einer Hochflut meist eine dünne Schicht von Silt das Inundationsgebiet bedecken. Er erreicht bis etwa 4 *m* Stärke, die gegen die Ufer zunimmt, während gegen den Stromlauf zu die Schotter ihn fast völlig verdrängen. Heute gelangt er in der regulierten Flußrinne nicht mehr zum Absatze.

Unter dem Schotter liegt dort, wo Tegel den Untergrund bilden, ein zarter, dunkelblauer, bisweilen

sandiger Ton, der mehrere Meter mächtig wird. Er scheint aus der Zerstörung des Untergrundes hervorgegangen zu sein und wird als Driftton bezeichnet.

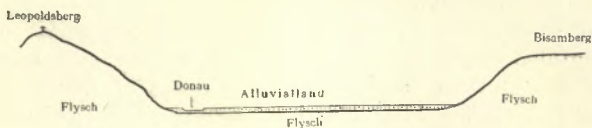


Fig. 36.

Skizz des Donautalprofils zwischen Leopolds- und Bisamberg (stark überhöht).

Das Wasser eines Stromes dringt aus der Flußrinne in den Schotter des Schwemmlandes ein und bildet hier einen Grundwasserstrom, der sich bis zu einer seitlichen wasserundurchlässigen Schicht ausdehnt. In weiten von Schottern erfüllten Ebenen ist die Menge des vom Flusse abgegebenen Wassers sehr bedeutend. Infolge kapillarer Vor-

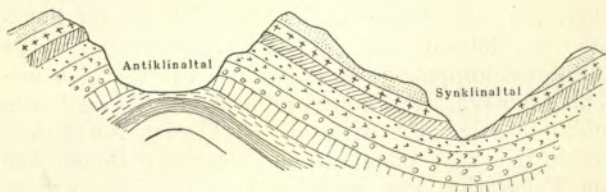


Fig. 37.

gänge steigt der Grundwasserspiegel vom Strome aus gegen das Land, so daß er ein höheres Niveau einnimmt als die Wasseroberfläche des Flusses. Dieses Grundwasser bildet eine Art Regulator für die Wassermenge des Flusses, indem das Schwemmland bei Hochwasser eine große Menge aufnimmt und bei Niederwasser wieder an das

Gerinne abgibt, so daß also ein gewisser Ausgleich der Wasserstände im Flußlaufe herbeigeführt wird. Wo ein Wasserlauf in undurchlässigem Boden liegt, wie wir es bei der Wien sehen, die in einem abgedichteten Bette fließt, findet diese Verzögerung des Abflusses der Hochwässer nicht statt, sie fließen sehr rasch und verheerend ab und wenn die Hochflut vorüber ist, versiegt der Fluß völlig oder schleicht als ein armseliger Bach dahin.

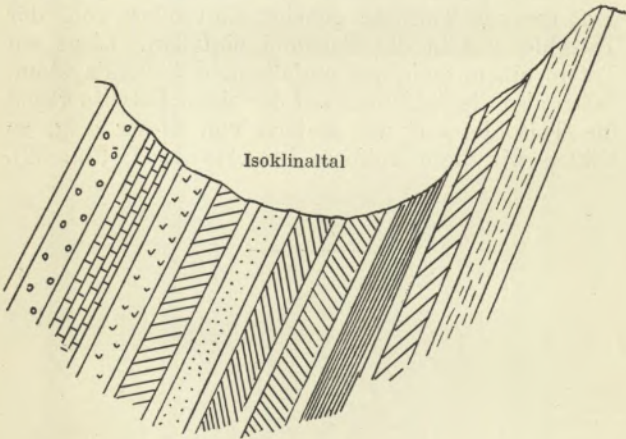


Fig. 38.

Wenn wir das Schotterbett an irgend einem Punkte zwischen Leopoldsberg und Bisamberg mit einer Bohrung durchsinken, kommen wir in geringer Tiefe, die in der Kritzendorfer Au 6 m, hier aber voraussichtlich das Doppelte beträgt, auf den Flysch, wie wir ihn am Leopoldsberge getroffen haben. Es liegt also das Schotterbett direkt auf dem festen Fels und wir erkennen, daß die Erosion des Flusses einen 3 Kilometer breiten Einschnitt in das Flyschgebirge geschaffen hat (Erosionstal), seit



sie über den Bisamberg und Nußberg geflossen ist (Fig. 36). Das Streichen der Schichten des Gebirges liegt quer zum Verlaufe des Tales, das daher als Quer- oder Durchbruchstal bezeichnet wird. Liegt ein Tal im Streichen der Falten, so heißen wir es Längstal, das wiederum ein Synklinal- oder Antiklinaltal ist, je nachdem es in einer Schichtenmulde oder in einem Schichtensattel gelegen ist (Fig. 37), je nachdem die Schichten mit dem Talgehänge zur Talsohle geneigt sind oder von der Talsohle weg in die Talwand einfallen. Liegt ein Tal in einem isoklinal einfallenden Schichtsystem, fallen also die Schichten auf der einen Talseite gegen die Talsohle, auf der andern von dieser weg, so heißen wir diese Talform Isoklinaltal (Fig. 38).

---

### III. Exkursion.

#### Heiligenstadt—Laaerberg.

---

Wir sind mit der Stadtbahn nach Heiligenstadt gefahren und wenden uns den Tegelgruben zu, die in dem steilen Abhange angelegt sind, der von der Heiligenstädterstraße zur Hohen Warte hinansteigt. Die nördlich von der Barawitzkagasse gelegene Grube der Kreindlschen Ziegelei bietet treffliche Aufschlüsse. Der Abbau schreitet von der Straßenseite gegen den Berg fort und wird gleichzeitig von einer weiter bergwärts vorgeschobenen Stelle des Planums gegen Süden getrieben, so daß eine bedeutende Terrainmasse von Süden her an drei Seiten freigelegt in die Grube hineinragt, wodurch die Lagerungsverhältnisse leicht verfolgt werden können. Da der Betrieb an einigen Punkten fortgeführt wird, ändert sich das Bild des Aufschlusses mit der Zeit. Wir sehen an der am meisten gegen Westen vorgeschobenen Wand einen dunkelgrauen bis blaugrauen, fetten Tegel, der 6–7 m tief aufgeschlossen an einer Rutschfläche nach Osten abgesunken ist und Stauchungen zeigt. Er ist über eine Schicht von rotgelbem, scharfen Quarzsand geschoben, der teilweise zu Platten verhärtet ist und mächtige stockartige Konkretionen einschließt. Gegen oben wird der Tegel mißfarben, grünlich und rötlich, mager und ist von Muschel-

trümmern erfüllt. Seine Oberfläche ist steil (bis 50°) gegen Osten geneigt. Er besitzt im Aussehen und in seiner Zusammensetzung die größte Ähnlichkeit mit dem Tegel der Ziegelei in Vöslau. Auf diese äußere Übereinstimmung hin darf man aber Sedimente nicht für identisch ansehen, denn die Fossilien, die man hier im Tegel findet, sind völlig verschieden und deuten auf eine Lebensweise in teilweise ausgesüßtem, sogenannten brackischen Wasser. Durch Beobachtung an anderen Punkten, besonders durch Brunnengrabungen, ist festgestellt worden, daß dieser Tegel auf dem marinen, wie wir ihn bei Vöslau kennen gelernt haben, liegt, also jünger ist als dieser.

Darüber folgt eine nur zirka 1 m starke Schicht rötlicher Sande mit groben Flyschgeröllen, die deutlich erodiert (abgetragen) ist und stellenweise ganz fehlt. Darüber folgt mit sehr unregelmäßiger Auflagerung in Mulden und Rinnen (Taschen) eine 1—2 m starke Schicht von Quarzschottern, die ein rotes, toniges Bindemittel besitzen, wie wir sie später noch typischer kennen lernen werden, wobei ihre Natur noch genauer untersucht werden soll. Es ist aber schon hier die Ähnlichkeit mit den Schottern ersichtlich, die wir bei Klosterneuburg-Weidling als alte Donauschotter erkannt haben. Darüber liegt gelblicher bis bräunlicher, fetter, zum Teil sandiger Lehm — unreiner Ton — der meist eine feine Schichtung zeigt, in der Färbung bandartig wechselt und eine große Zahl von Land- und Süßwasserkonchylien enthält. Darin sind Lagen von Quarz- und Flyschgeröllen eingeschaltet. Diese Schicht ist etwa 7 m hoch aufgeschlossen und nimmt gegen die Ebene und Süden zu. Darüber folgt mit allmählichem Übergange lichtgelber bis lichtgrauer, sandiger, poröser Lehm mit kleinen hellen Glimmer-

schüppchen ohne Schichtung, der als Löß bezeichnet wird. Er ist von feinen Röhrchen durchzogen und besitzt trotz seines lockeren Aussehens und seiner leichten Zerreiblichkeit eine große Festigkeit im Gefüge, so daß er sich in senkrechten Wänden erhält. In ihm treten meist in gewissen Lagen (Schnüren) angeordnet, kalkige Konkretionen, Lößkindln oder Lößmännchen genannt, auf. Sie entstehen durch die Anreicherung des Kalkgehaltes des Lößes an einzelnen Stellen. Eine reiche Fauna von Säugetieren und Landkonchylien ist im Löß gefunden worden, die ihn als eine terrestre, auf dem Festlande (terra) entstandene Ablagerung kennzeichnen. Er gilt als äolische (durch den Wind bewirkte) Staubbildung, bei deren Absatz die Grasvegetation eine Rolle gespielt hat, die den Staub festhielt. Dieser ist wohl nichts anderes gewesen als Silt, der sich bei gewaltigen Überschwemmungen über die Talebene ausbreitete und später ein Spiel der Winde wurde. Die Natur des Lößes und seine Fauna lassen uns einen Schluß auf die damaligen klimatischen Verhältnisse der Gegend von Wien ziehen. Es muß ein trockenes, steppenartiges Klima geherrscht haben. So läßt uns die Geologie auch einen Blick tun in die klimatischen Zustände der Vorzeit. Die Fauna des Lößes bestimmt auch sein Alter; er ist in der Eiszeit oder dem Diluvium abgelagert worden, wie wir die der Gegenwart unmittelbar vorausgehende geologische Periode nennen.

Der geschichtete Lehm, der sich bei genauerer Untersuchung als eine Ablagerung von lößartigem Material in einem Tümpel, vermutlich in einem toten Arme des alten höher gelegenen Donaubettes darstellt, wird als Seelöß oder Pseudolöß bezeichnet und in ihm hat man eine Schicht von Lignit



und Moos mit zahlreichen Resten von Säugetieren angetroffen, die uns ein Bild von dem Tierleben in jener Zeit geben. In Fig. 39 skizzieren wir die Schichtfolge in der Ziegelei.

Wir kehren nun zur Stadtbahn zurück und fahren bis zur Station Ferdinandsbrücke, von der wir ein kleines Stück flußaufwärts zum Morzinplatze gehen.

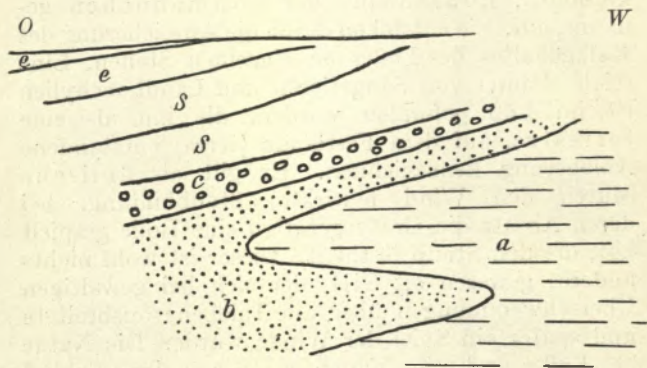


Fig. 39.

Schichtfolge in der Kreindlschen Ziegelei an der Heiligenstädterstraße.

- a* Tegel, zum Teil über die Sande geschoben,
- b* Sand,
- c* Quarzsotter, 1—2 m stark,
- d* Seelöß, bis 8 m stark,
- e* Löß, bis 8 m stark.

Wir stehen hier auf der alluvialen Niederterrasse der Donau, deren Begriff wir schon früher (S. 80) erörtert haben. Ihr gehört die Praterinsel an. Wir haben das ausgedehnte Schotterfeld schon von der Höhe des Leopoldsberges überblickt und gesehen, wie es sich weithin ausbreitet, sobald es aus der Enge von Kahlenbergerdorf tritt. Nachdem

der Fluß das gefaltete Flyschgebirge durchbrochen hat, tritt er in das Senkungsfeld von Wien ein. Im Relief macht sich dieser Gegensatz im geologischen Baue der Gegend sehr auffällig bemerkbar. Wir sehen es in engster Abhängigkeit davon und diese Beziehungen zu verfolgen ist Aufgabe der Morphologie (morphe = Gestalt) — der Lehre von der Art und dem Ursprunge der Formen — der Erdoberfläche, die ein Verbindungsglied von Geologie und Geographie ist.

Wir haben erwähnt, daß in dem Durchbruchstale das Schotterbett der Donau auf dem abgetragenen Flyschgestein liegt. Aber schon bei der Einmündung des Donaukanals hat man bei tiefen Grundaushebungen in seinem Liegenden einen blauen, fetten oder gelblichen, sandigen Tegel, dem meist Sandlagen (sogenannte Sandlassen) eingeschaltet sind, angetroffen. Er bildet in weitaus dem größten Teile der Niederung den Untergrund und besitzt die größte Ähnlichkeit mit den Tegeln der Gegend von Vöslau und der eben besuchten Heiligenstädter Ziegelei. Doch deuten auch hier seine Fossilreste (Konchylien) an, daß er mit keinem von beiden identisch ist, und es hat sich ergeben, daß er auf dem Tegel lagert, der an der Heiligenstädterstraße ansteht, daß er also jünger als dieser und um so mehr als der Tegel von Vöslau ist. Er wird bei Arbeiten am Donaukanale vielfach angetroffen.

Die Ruprechtsstiege führt über einen steilen Abhang, der als das Ufer des heutigen Donaubettes anzusehen ist, hinauf zum ältesten Teile der Stadt, wo schon das Standlager der römischen Legionen eine geschützte Lage innehatte. Dieser Steilrand läßt sich gegen Nordwesten bis an die Börse und gegen Süden bis zum Gebäude des Hauptpostamtes

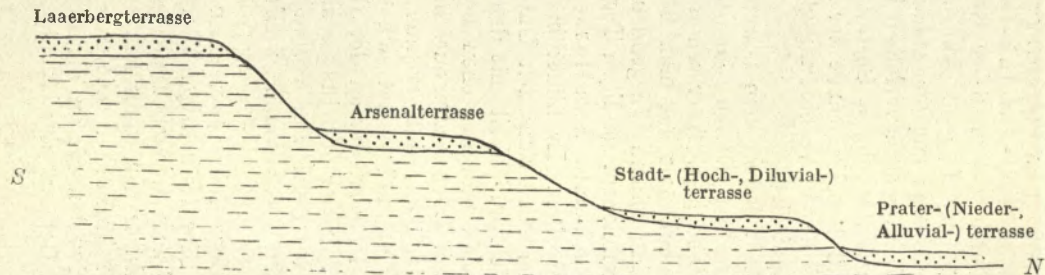


Fig. 40.

Profilskizze durch den Nordabhang des Laaerberges (stark überhöht).

verfolgen und ist durch Nivellierungsarbeiten größtenteils verwischt. An ihm liegt der Tegel in einer geringen Tiefe unter der Oberfläche (Fig. 40). Über ihm dehnt sich eine höhere Terrasse aus, die Hochterrasse, 15 m über dem Nullpunkte des Stromes, das ist dem mittleren Wasserstande am Pegel der Ferdinandsbrücke, der mit 156.770 m absoluter Höhe — über dem Mittelmeere — bestimmt ist. Auf ihr liegt die Innere Stadt und es ist daher nur bei gelegentlichen Grabungen möglich, den Untergrund kennen zu lernen. Viele Meter mächtig bedeckt die Oberfläche eine Schuttdecke, die hauptsächlich aus den Trümmern von Bauten besteht, die seit den ältesten Zeiten der Siedlung zur Ausebnung des Bodens angehäuft worden sind und die eine vollständige Geschichte der Stadt geliefert haben. Der Untergrund besteht aus Schotter von Flyschgesteinen, der, wie schon früher erwähnt, als Lokalschotter bezeichnet wird, und wenig Quarzgeröllen. Mit dem Schotter wechselnd oder ihn auf weite Erstreckung überdeckend tritt Löß auf. Er muß also mit dem diluvialen Löß altersgleich sein und wir heißen diese Terrasse die Diluvialterrasse. Sie erstreckt sich gegen Süden, Westen und Nordwesten bis über die Ringstraße und endet an einem ähnlichen Steilrande, wie wir ihn an der Ruprechtsstiege gesehen und als altes Ufer erkannt haben. Es ist dies das Ufer der diluvialen Donau zu der Zeit gewesen, als sie die Oberfläche ihres Schotterbettes in der Höhe der Hochterrasse hatte (vgl. Fig. 40).

Wir fahren mit der Straßenbahn zum Schwarzenbergplatze, wo die Hochterrasse endet und die steil ansteigende Heugasse zu einer höheren Terrasse hinaufführt, die sich über den Josefapark und das Arsenal bis zum Marxer Friedhofe und über den



Südbahnhof bis zum protestantischen Friedhof ausbreitet und auf der ein großer Teil von Favoriten bis zur Quellengasse liegt. Was uns schon die morphologische Betrachtung zeigt, wird durch die Untersuchung der Bodenbeschaffenheit bestätigt. Während der ganze Abhang von der Hochterrasse ab von Tegel gebildet wird, wie wir ihn schon früher getroffen haben, liegt auf der Terrasse wieder eine Schotterdecke von beträchtlicher Mächtigkeit. Hinter dem Arsénale sind Sandgruben angelegt, die, trotzdem sie teilweise verschüttet sind, stets an irgend einer Wand die Beschaffenheit des Untergrundes zeigen. Sie erreichen eine Tiefe bis zu 8 m. Der Schotter, der hier zu oberst angetroffen wird, besteht vorherrschend aus weißen Quarzgeschieben von Haselnuß- bis Faustgröße und darüber, die fast durchwegs von außen her durch Eisenoxyd gelblich gefärbt sind. Viele von ihnen zeigen Abreibungsflecke, wie wir sie schon besprochen haben, woraus hervorgeht, daß sie eine Umschwemmung erfahren haben. Das Gefüge des Schotters ist locker, das Zwischenmittel ist rescher Quarzsand, der oft in Lagen auftritt. Unregelmäßige Schichtung ist bisweilen erkennbar.

Dieser Schotter liegt mit deutlicher unregelmäßig verlaufender Grenze in Rinnen (Taschen) auf feinem, lichtgelben, glimmerreichen, dünngeschichteten oder gebänderten Sand, der stellenweise zu konkretionären Platten, Kuchen oder Knollen verfestigt ist, deren Oberfläche oft Wülste wie der Flyschsandstein zeigt. Daneben treten auch Konkretionen von gelblichem und weißlichgrauem Kalkmergel auf. Die Platten erreichen eine Stärke bis zu 20 cm und liegen in größerer Tiefe, wo der Sand tegelig wird. In ihnen findet man oft Konchylienschalen und vegetabilische Reste eingeschlossen. Die Konchylien deuten nicht mehr auf rein marine Lebens-

weise hin, sondern es sind Formen, die in teilweise ausgesüßtem, brackischen Wasser gelebt haben — sie sind aber verschieden von denen des Heiligenstädter Tegels und stimmen mit den vom Donaukanale erwähnten überein. Das Auftreten von Schilfrohr zeigt, daß wir eine sehr seichte Wasserbedeckung annehmen müssen.

In die Sande sind wenig ausgedehnte Lagen von Flyschgeröllen eingeschaltet, die im Gegensatze zu den Quarzschottern der obersten Partien sehr auffällig sind. Dies deutet auf eine Änderung in der Zufuhr des Sedimentes. Wenn wir die Quarzschotter, typische Flußschotter, ähnlich denen, die wir bei Klosterneuburg — Weidling getroffen haben, mit den Sanden vergleichen, die sich als Bildung unter stehendem Wasser dokumentieren, so ergibt sich eine Veränderung der hydrographischen Verhältnisse dieser Gegend. Das Wasserbecken, das sich hier ausdehnte, muß verschwunden sein und ein Fluß muß von dem Gebiete Besitz ergriffen haben. Auf dem abgetragenen Sedimente dieses Seebeckens hat er seine Schotter abgelagert. Wir werden diese Erscheinungen später weiter ins Auge fassen.

Der Weg führt uns weiter gegen Süden zum sogenannten Geiereck, wo die jüngst aufgelassenen Sandgruben noch lange Profile im Abhange des Laaerberges zeigen. Wir erkennen schon aus der Formation des Terrains, daß die Terrasse, auf der das Arsenal liegt — 40 bis 50 m über der Donau — hier an einer weiteren Stufe endet, die zur Höhe des Hügelrückens hinaufführt. An diesem steilen Abhange treten wieder die Tegel und die mit ihnen eng verbundenen Sande auf, die wir von dem Steilrande am Morzinplatze ab verfolgen. In der südlichen Grube sieht man sie mit dünnplattigem Sandstein und kreidigen konkretionären Knollen

in den höheren Lagen. Gegen die Tiefe werden sie reiner, sehr fein geschichtet, zum Teil mit Diagonalschichtung. Diese besteht darin, daß sich in einer von parallelen Schichtflächen begrenzten Sandbank eine Querschichtung zeigt, die die Bank schräg durchsetzt (Fig. 41). Sie wird auch falsche oder Kreuzschichtung genannt und entsteht dadurch, daß ein aus geneigten Lagen aufgebauter Sediment-

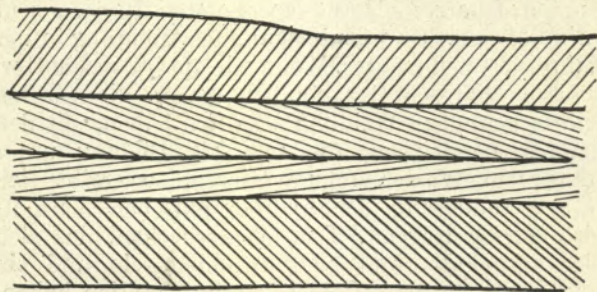


Fig. 41.

Diagonalschichtung.

hügel, etwa eine Sandbarre, in seinem oberen Teile abgetragen wird, worauf bei veränderter Richtung des Wogenschlages oder der Strömung eine neue Sandbank darüber aufgehäuft wird. Dies muß also auch in dem besprochenen Schichtgliede vor sich gegangen sein und wir müssen eine wiederholte Abrasion und Auflagerung annehmen, wobei die Richtung der Strömung wechselte. Dies deutet also auf eine sehr seichte Wasserbedeckung hin, wobei vielleicht schon fluviatile Einflüsse eine Rolle gespielt haben. Die oft verschiedene Töne von Gelb und Rot zeigende Färbung der einzelnen Bänder ist durch die Sonderung des Materials



nach dem spezifischen Gewichte zu erklären und wird durch die Oxydationsstufe des wechselnden Eisengehaltes bestimmt. Gegen die Tiefe wird der Sand tegelig — fett — und dürfte in den gelblichen, sandigen Tegel übergehen. Doch reichen die Aufschlüsse nicht so weit. An einigen Stellen der Wände kann man sehen, wie der Sand diskordant von Quarzschotter und dieser wieder diskordant von Löß überlagert wird.

Der Aufschluß in der nördlich gelegenen Grube ist noch größer und erreichte fast 20 m Höhe. Doch ist auch er größtenteils schon verschüttet. An der Oberfläche liegt eine dünne Decke von Quarzschotter, darunter folgt diskordant fein und diagonal geschichteter Sand, der ebenfalls konkretionäre Lagen enthält. In den Sanden finden sich Schalen von Konchylien brackischer Lebensweise, eingeschwemmte Reste von Säugetieren — Zähne und Knochen — und verkieselte Hölzer.

Wir steigen nun gegen den Laaerwald hinan und gelangen auf das Plateau, auf dem Quarzschotter eine ausgedehnte Decke bildet. Es ist ersichtlich, daß wir uns hier wieder auf einer höheren Terrasse befinden. Die Schotter sind in den weit ausgedehnten Gruben, die auf der Höhe angelegt sind und das Material für die Ziegelfabrikation liefern, in langen Profilen aufgeschlossen. Sie erreichen bis 8 m Mächtigkeit und lagern mit scharfer Grenze diskordant auf Sand und Tegel. Sie sind teilweise verschieden von den Schottern der tiefer gelegenen Terrasse. Sie zeigen keine Schichtung und auch keine Sonderung nach dem Korne, wirr liegen die Gerölle eng beieinander und sind durch ein rotes, sandig-toniges Bindemittel verbunden. Die Gerölle sind meist größer, die meisten erreichen Hühnereigröße und darüber. Es fehlt fast vollständig die typische



flache Geschiebeform. Es sind mehr Rollstücke, oft noch die Gestalt eines Bruchstückes verratend, aber stets mit abgerundeten Kanten und Ecken. Dies deutet wohl darauf hin, daß sie keinen langen Transport mitgemacht haben. Die rostrote Färbung verschwindet an der Luft durch den Einfluß der Atmosphäriken, so daß an einer Wand die bloßgelegte Seite der Gerölle gebleicht ist, während die noch verdeckte die lebhaftere Färbung zeigt. In angesäuertem Wasser verschwindet die Färbung sofort, die, wie man beim Zerschlagen der Stücke sieht, nur oberflächlich ist. An Sprüngen dringt sie aber tiefer in das Gestein ein, wie die milchweißen Quarze sehr gut zeigen. Das Gefüge des Schotters ist infolge des Bindemittels so fest, daß sich überhängende Wände erhalten. Er hat ein konglomeratartiges oder, wie man auch mit einem Schweizer Lokalausdrucke sagt, ein nagelfluhartiges Aussehen. Der Zement besitzt eine tief rostrote Farbe und enthält Ton und kleine abgerundete oder auch eckige Körner von Quarz und Glimmerschüppchen. Er braust in Salzsäure nicht, auch verliert er darin nicht seine Färbung. Er ist aus der Zersetzung der leichter zerstörbaren Bestandteile des Schotters, besonders der Flyschgesteine, hervorgegangen, was dadurch erkennbar wird, daß diese im Schotter fast völlig fehlen oder mürbe zersetzt sind. Die Färbung rührt von deren großem Eisengehalte her. Die Untersuchung der Schotter ergab, daß sie fast durchwegs aus weißem Quarz bestehen. Von 1000 Geröllen waren nur etwa 40 andere Gesteine. Die Schotter zeigen, wie erwähnt, gewöhnlich keine echte Schichtung. Dies muß besonders hervorgehoben werden, da sich eine Art Schichtung dort zeigt, wo sie aus ihrer ursprünglichen Lagerung gekommen sind. Man sieht Schotterlagen

oft gefaltet oder seiger gestellt und diese Andeutung von Schichtung wird dadurch bewirkt, daß die einzelnen Gerölle mit ihrer Längsachse parallel liegen. Diese Erscheinung ist auf Druck und Bewegung — Verrutschung — zurückzuführen, die durch das Nachgeben (Nachsitzen) des Untergrundes verursacht worden sind (Fig. 42). Dadurch ist der Schotter mit den darunterliegenden Sanden und Tegeln gestört worden, so daß es aussieht, als ob er in Rinnen (Taschen) eingelagert wäre. Es

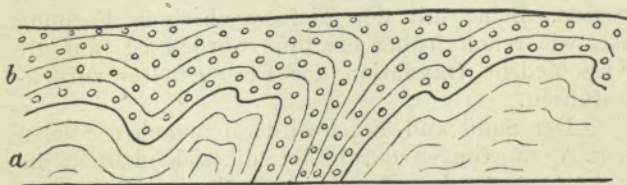


Fig. 42.

Störungen in den Schottern am Laaerberge.

*a* Tegel, *b* Schotter.

ist diese Erscheinung also weder auf eine derartige Erosion noch auf echte Faltungen zurückzuführen, wie man annehmen zu müssen geglaubt hat, bis es gelungen ist, nachzuweisen, daß solche untergeordnete Störungen Setzungserscheinungen infolge der eigenen Schwere, eine selbständige Bewegung loser Terrainmassen ist, gerade so wie das früher erwähnte Hakenwerfen. Durch diese Gleiterscheinungen können sogar Partien des Schotters isoliert in den Tegel gelangen und flach ausgewalzt werden, so daß es wie eine Wechsellagerung oder Einschaltung aussieht.

Unter dem Schotter liegen meist Sande in wechselnder Mächtigkeit, die genau dieselben Eigen-

schaften — besonders Diagonalschichtung — zeigen, wie wir sie auf der tieferen Terrasse beobachtet haben. Sie gehen gegen unten in gelblichen, sandigen und weiter in grauen und graublauen, plastischen Tegel über. Der Tegel zeigt sowohl im Aussehen wie auch in seiner Zusammensetzung eine große Ähnlichkeit mit dem Tegel der Grube in Vöslau. Er besteht aus feinem, glimmerreichen Ton, dem sehr feiner Quarzsand beigemischt ist, und seine Herkunft aus der Zersetzung der Flyschgesteine ist ebenso sicher wie die der damit eng verbundenen Sande. Seine mit der Tiefe wechselnde Färbung ist, wie schon früher erwähnt worden ist, auf die verschiedene Oxydation des Eisengehaltes zurückzuführen.

Der Sand und Tegel wird an manchen Stellen von Verwerfungen durchsetzt, die sich nicht in die Schotterdecke fortpflanzen, also älter sind als diese (vgl. Fig. 35). Sehr auffällig zeigt sich auch hier der Gegensatz zwischen den geschichteten Sanden, die unter stehendem Wasser abgelagert sind, und den Flußschottern, wie wir sie schon beim Arsénale beobachtet haben.

Wenn wir die Höhe des Laaerwaldes erreichen, blicken wir weithin über den Rücken des Laaerberges, der sich allseitig frei aus der Niederung erhebt. Wir haben hier also eine Erhebung vor uns, die aus einem im allgemeinen ungestörten Schichtkomplex besteht und nur durch die Abtragung (Denudation) herausgearbeitet worden ist. Es ist dies ein Beispiel eines Abtragungsgebirges im kleinen, einer Reliefform, wie sie im großen Maßstabe in horizontal gelagerten Gebieten der Erdoberfläche auftritt.

Wenn wir nun von der Höhe des Berges die Niederung von Wien überschauen, so sehen wir ihre



westliche Umrandung, die Flyschberge des Kahlengebirges, die sich im Süden in den Rand des Kalkgebirges fortsetzen. Sie bilden das Grundgebirge, das eingebrochen ist und dadurch das Becken von Wien gebildet hat. Dieses Grundgebirge ist also älter als der Einbruch und die Sedimente, die in dem Bruchfelde zur Ablagerung gelangt sind. Wir haben die marinen Bildungen bei Baden direkt auf dem Bruchrande aufgelagert gesehen; sie sind, wie Erfahrungen gezeigt haben, das älteste Glied der Beckenausfüllungsmassen, soweit wir sie auf unseren Wegen kennen gelernt haben. Wie man besonders aus Bohrungen erkennen konnte, folgen darüber die ähnlichen Sande und Tegel, die wir bei Heiligenstadt getroffen, und endlich die ganz gleichen Bildungen, die wir auf unserer Wanderung vom Donaukanal her verfolgt haben. Gegen oben nehmen die Sande überhand, das heißt, es wird gröberes Material abgelagert und die falsche Schichtung und das häufige Auftreten von Säugetierresten und Pflanzen (Schilf) deuten darauf hin, daß das Seebecken schon sehr seicht gewesen sein muß. Und diese Ablagerungen sehen wir wieder abgetragen und darüber diskordant einen Schotter von Quarzgeröllen gelagert, der durch einen Fluß herbeitransportiert worden ist. Das heißt also, daß in den seichten See ein Strom gemündet hat, der, als sich der Seespiegel senkte, auf dem flachen Seeboden dahinströmte und seine Schotter weithin ablagerte. Wir haben erwähnt, daß dieser alte Strom, ein Vorfahr der Donau, die Nußbergterrasse 200 m über dem heutigen Flußspiegel herausgenagt, daß er auf dem Rücken des Bisamberges in gleicher Höhe seine Schotterdecke abgelagert hat. Und von dieser Höhe haben wir die Terrassen sich gegen die Niederung senken gesehen. Auf den ältesten,



die in 200 m (Nußbergterrasse) und 150 m (diese wird nach dem Berge bei Nußdorf Burgstallterrasse genannt) liegen, ist keine Schotterdecke mehr im Bereiche der Stadt erhalten, aber auf dem Laaerberge, dessen höchste Kuppe bis 100 m über die Donau aufragt, findet sich eine ausgedehnte Schotterfläche, die fluviale Herkunft verrät. Dann sehen wir tiefer die Terrasse beim Arsenale bis 55 m hoch und die, auf der die Innere Stadt steht und sich bis 15 m erhebt. Endlich liegt tief in der Niederung das heutige alluviale Schotterfeld in 4 m Höhe über dem Flusse. So sehen wir eine Anzahl Terrassen am Rande des Gebirges eingeschnitten und die Erhaltungsweise der Schotter und Analogieschlüsse zeigen uns, daß die ältesten die höchsten sind und ein allmähliches Tieferlegen stattgefunden hat. Da wir die höchsten Terrassen bis herab zu der von 50 m über weite Erstreckung im Wiener Becken in gleichem Niveau verfolgen können und bei der 100 m und 50 m Terrasse die darunterliegenden Sedimente des Sees eine sehr geringe Wassertiefe erkennen lassen, so ist der Schluß berechtigt, daß sie alle Stände des Wasserspiegels des Sees bezeichnen, der sich von der bedeutenden Höhe von 200 m über der heutigen Niederung und mehr, die er einst eingenommen hatte, bis zur Höhe von 50 m gesenkt hat und daß auch dementsprechend der Strom sein Bett in dem Durchbruchstale von Kahlenbergerdorf eingeschnitten haben muß. Zuerst mündete er in den See und räumte dessen Sedimente bei dem langsamen Sinken des Wasserspiegels aus, indem er die Niederung von Wien darin hineinmodellerte, bis das Wasserbecken in der Höhe der Terrasse des Arsensals anscheinend völlig ausgeflossen war, so daß das Bild des Beckens von Wien damals schon sehr dem

heutigen glich. Die weitere Arbeit des Flusses bestand darin, diese weite Ebene weiter abzutragen, bis sie die jetzige Gestalt erreicht hatte. Und dabei machte sich jene merkwürdige Erscheinung geltend, die als das Bärtsche Gesetz bekannt ist, daß nämlich die Donau wie alle Flüsse der nördlichen Halbkugel infolge der Erdrotation das Bestreben hat, ihr rechtes Ufer anzugreifen. Deshalb sehen wir den Strom nach der Enge von Kahlenbergerdorf sich nach rechts wenden und daß dies in der geologischen Vorzeit schon so gewesen ist, zeigen die mächtigen Schotterterrassen, die der Fluß längs des Gebirgsrandes abgelagert hat. Entgegen diesem Drängen nach rechts hat er aber wohl infolge der abnehmenden Wassermenge und der dadurch verringerten Erosionskraft und infolge der Tieferlegung des Ausflusses aus dem Seebecken seinen Lauf immer wieder nach links verlegen und tiefer einschneiden müssen, so daß er an seinem rechten Ufer die Terrassen liegen lassen mußte und den Rücken des weit in die Ebene vorspringenden Laaerberges mit seinen Zuflüssen herausgenagt hat.

So können wir die ganze Geschichte der Gegend von Wien aus den Zeugen lesen, die vor unseren Augen liegen, und so können wir auch in noch weiter zurückliegenden geologischen Zeiten die Vorgänge rekonstruieren, die den Bau und die Gestalt der heutigen Erdoberfläche bedingen, und gewinnen dadurch die Grundlagen für das Endziel der historischen Geologie, für die Geschichte der Erde.

---

## Schichtfolge, die geologische Karte.

---

Wir haben besprochen, in welcher Reihenfolge die verschiedenen Ablagerungen, die wir auf unseren Exkursionen kennen gelernt haben, ihrem relativen Alter nach zu stellen sind, und wenn wir dies in skizzenhafter Weise zusammenfassen, so ergibt sich nachstehende Schichtfolge, die, wie die einzelnen Schichten in der Natur aufeinander folgen, von unten nach oben zu lesen ist:

Schotter der Nieder(Alluvial-)terrasse, -  
Schotter der Hoch(Diluvial-)terrasse, Löß,  
Schotter der Arsenalterrasse,  
Schotter der Laaerbergterrasse,  
Schotter der höheren Terrassen (Bisamberg),  
Tegel und Sande des Laaerberges,  
Tegel und Sande von Heiligenstadt,  
Marine Tegel, Sande, Kalke, Konglomerate,  
Breccien von Vöslau und Baden,  
Grundgebirge des westlichen Beckenrandes.

Sowohl die Lagerungsverhältnisse als auch die Fossilien geben uns an, welches relative Alter Schichten haben. Danach sind Schichten, die die gleichen Fossilien enthalten, altersgleich. Schichten hingegen, die verschiedene Fossilien beherbergen, brauchen deswegen noch nicht dem Alter nach verschieden zu sein, wie wir aus den faziellen Unterschieden bei Baden und Vöslau geschlossen

haben, das heißt, daß altersgleiche, synchrone, aber unter verschiedenen Existenzbedingungen abgelagerte Sedimente verschiedene Faunen einschließen.

Die Festlegung der Schichtfolge ist die wichtigste Arbeit für den im Felde arbeitenden Geologen, denn sie allein ermöglicht es ihm, seiner Arbeit die Krone aufzusetzen und die geologische Karte seines Arbeitsgebietes zu zeichnen. Als Grundlage dafür dienen topographische Karten von verschiedenem Maßstabe, auf denen die verschiedenen Gesteine, die das Gebiet aufbauen, so dargestellt sind, daß sich der Leser ein Bild von dem geologischen Baue der Gegend machen kann. Zu diesem Zwecke muß die ganze festgestellte Schichtfolge durch verschiedene Farben oder Zeichnung ausgedrückt werden, die man in einer geologischen Legende festlegt, indem man die in einem kleinen Vierecke eingetragene, jedem unterschiedenen Gestein entsprechende Bezeichnung (Farbe oder Zeichnung) mit den nötigen Erläuterungen versieht. Nach diesem Schema wird nun die Verbreitung einer Schicht in der Natur auf der Karte dargestellt. Man muß dazu alle Aufschlüsse eintragen, die ein Gestein erkennen lassen, und diese tatsächliche Beobachtung wird nun ergänzt, so daß man die Verbreitungsgrenzen eines Gesteins auf der Karte darzustellen versucht. Dies in der Natur zu beobachten, ist in den seltensten Fällen möglich, und es tritt dafür eine nur durch lange Übung zu gewinnende Fähigkeit des Aufnahmegeologen, aus den Lesesteinen, der Terrainbeschaffenheit und anderen Anzeichen die Grenzen eines Schichtgliedes im bedeckten Gelände festzustellen. Daß dabei oft große Fehler unterlaufen können, ist selbstverständlich, aber in neuerer Zeit hat man bei Detailaufnahmen durch mit dem Handbohrer



ausgeführte Sondierungen diese Irrtümer möglichst einzuschränken gesucht. Bei der Kartendarstellung wird beinahe stets von der Verwitterungs- (Schutt-) Decke abgesehen, die das anstehende Gestein verhüllt und die nur dort zur Darstellung gelangt, wo sie eine sehr beträchtliche Mächtigkeit besitzt. Gegenwärtig ist aber das Bestreben geltend, diese alluvialen Bildungen nach Möglichkeit darzustellen, selbst wenn darunter der Zusammenhang der an-

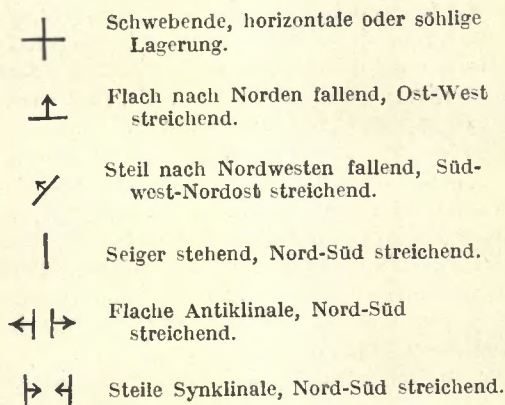


Fig. 43.

stehenden Gesteine leidet. Durch den Maßstab der Karte ist bedingt, bis zu welcher Größe herab ver- einzelte Gesteinspartien eingetragen werden können. Besonders wichtige Vorkommen, vor allem solche praktischer Natur, werden auch verzeichnet, wenn sie infolge ihrer geringen Dimension nicht dargestellt werden sollten. Dies gilt z. B. von Erz- gängen. Wo in der Natur Störungen der Schichten beobachtet werden, wird dies auch auf der Karte

zum Ausdrucke gebracht. Man bedient sich dazu der Fallzeichen, deren Pfeil die Fallrichtung und gleichzeitig durch seine Länge den beiläufigen Neigungswinkel, deren Grundlinie die Streichungsrichtung angeben. Seiger stehende Schichten werden mit der Linie der Streichungsrichtung bezeichnet, horizontale Lagerung durch zwei derartige gekreuzte Linien (Fig. 43). Durch den Gebrauch der geologischen Karte bei Studien im Felde und durch fortwährenden Vergleich der Darstellung mit der Natur wird mit der Zeit auch die Fähigkeit erworben, die eigenen Beobachtungen auf der Karte festzulegen.

---

## Sachverzeichnis.

---

- Abdruck 28, 47  
Abrasion 56, 79  
Abreibungsflecke 120  
Abrollung 11  
Absatz 17  
Abschneiden 8, 22  
Absonderungsfläche 17, 21  
Absteigende Quellen 35, 39  
Abtragung 88  
Abtragungsgebirge 126  
Achse, Achsenebene 95  
Ackererde 3  
Äolische Bildungen 115  
Akratothermale Quellen,  
Akratothermen 33  
Allochthon 26  
Alluvialterrasse 116  
Alluvium, Alluvial 80  
Altersgleich 59, 130  
Altwasser 82  
Analyse 35  
Aneinanderstoßen 22  
Anflug 64  
Anschwellen 8  
Anstehendes Gestein 4  
Anthrazit 26  
Antiklinaltal 112  
Antikline, Antiklinale 83, 94  
Arsenalterrasse 119  
Atmosphärische Wasser 12, 35, 37  
Au 82  
Auelehm 109  
Aufrichtung 62  
Aufschluß 3  
Aufschüttungswinkel 19  
Aufsteigende Quellen 39  
Auftrieb 32  
Ausfüllungen von Klüften 49  
Ausgestorbene Arten 16  
Auskeilen 9, 39  
Auslaugung 28, 43  
Auslese der Fossilreste 30  
Auslese der Gesteine 18, 69  
Ausnagung 68  
Ausquetschung 63, 77  
Autochthon 26  
Badener Thermenlinie 57  
Bänderung 63  
Bärsches Gesetz 129  
Bank 8  
Bathymetrisch 24  
Bau eines Gebirges 91  
Becken von Wien 20  
Belag 64  
Bergfeuchtigkeit 38  
Bergkompaß 9  
Berggrutsch 83  
Bergschliff 83  
Bergschutt 61  
Bergsturz 83  
Besteg 64  
Biegung 93  
Bindemittel 11, 40

**Bionomische Verhältnisse** 25

Blätterung 65, 77  
 Blattverschiebung 52, 102  
 Bodendecke 3  
 Böschungswinkel 19  
 Brackisch 114, 121  
 Brandungskehle 56, 78  
 Braunkohle 26  
 Breccie 40  
 Bruchfeld 104  
 Bruchlinien 56  
 Bryozoen 44  
 Burgstallterrasse 128  
 Butzen 41

**Chemische Sedimente** 17

Chemische Umwandlungsvorgänge 43  
 Chemische Verwitterung 70  
 Chorologie 25

**Dammerde** 3

Decken 103  
 Deckschollen 99  
 Deflation 67  
 Denudation 88  
 Deszendierende Quellen 35  
 Detritär 43  
 Detritärer Leithakalk 48  
 Detritus 43, 81  
 Diagenese 15, 42, 107  
 Diagenetische Vorgänge 18  
 Diagonalschichtung 122  
 Differenzierung der Fauna 24  
 Diluvialterrasse 119  
 Diluvium 115  
 Diskordant 86  
 Dislokation 63  
 Disloziert 63  
 Dolomit 40  
 Donaudurchbruch 82  
 Driftton 110

Druckbreccie 106  
 Druckmetamorphose 106  
 Durchbruchstal 91, 112  
 Durchlässigkeit des Bodens 5  
 Durchsinken 30  
 Dynamometamorphose 106

**Einebnung** 56, 78

Einfallen 22  
 Einschlüsse 41  
 Eisenoocker 45  
 Eisenoxydhydrat 45  
 Eisensäuerlinge 36  
 Eiszeit 115  
 Erdbeben 58  
 Erdschütterung 58  
 Erosion 68, 81  
 Erosionstal 110  
 Erzgang 41  
 Existenzbedingungen 25

**Fächerförmige Schichtstellung** 77, 98

Fächermulde 98  
 Fächersattel 98  
 Fällung der Trübung 19  
 Fallen 9  
 Fallrichtung 10  
 Fallwinkel 10  
 Falsche Schichtung 122  
 Falte 85  
 Faltengebirge 103  
 Faltenüberschiebung 98  
 Faltenschenkel 85  
 Faziell 59  
 Fazielle Ausbildungen 59  
 Fazielle Differenzierungen 59  
 Fazielle Unterschiede 130  
 Fazies 25, 59  
 Fazieswechsel 46  
 Fauna 24  
 Festigkeit 18, 69



Flexur 76, 100  
 Fließwülste 74, 85  
 Flöz 26  
 Flügel einer Falte 95  
 Flußterrasse 90  
 Flußtrübung 17, 69  
 Flysch 44  
 Flyschgebirge 117  
 Fossilien 16  
 Fossilisationsprozeß 27  
 Frisches Gestein 4  
 Fukoiden 73, 85.  
  
**Gang** 41  
 Gebankt 8  
 Gefälle 68  
 Gehobene Gebirge 103  
 Ge-isothermen 34  
 Geothermische Tiefen-  
   stufe 33  
 Gerölle 11  
 Geschichtet 8  
 Geschiebe 68, 107  
 Gestein 4  
 Gesteinslehre 108  
 Gewachsener Kalkstein  
   48  
 Gewachsenes Gestein 4  
 Gleitfläche 22  
 Graben 104  
 Grabensenkung 104  
 Grenzfläche 21  
 Grundgebirge 59  
 Grundwasser 13  
 Grundwasserspiegel 13  
 Grundwasserstrom 13, 110  
 Grus 43  
  
**Hakenwerfen** 76  
 Handstück 2  
 Hangendes 9  
 Harnisch 101  
 Hartes Wasser 36, 66  
 Hartteile 29  
 Heteropisch 59

Heterotopisch 59  
 Hieroglyphen 73, 85  
 Hinterland 20  
 Historische Geologie 105  
 Hochterrasse 119  
 Hohldruse 41  
 Horst 104  
 Humus 3  
 Hydrostatischer Druck 39  
  
**Indifferente Wasser** 36  
 Infiltration 43  
 Inneralpines Wiener-  
   becken 57  
 Inverse Lagerung 100  
 Isoklinalfalten 97  
 Isoklinaltal 112  
  
**Juvenile Quellen** 35  
  
**Kalkalgen** 42  
 Kalkalgenrasen 46  
 Kalkmergel 44  
 Kalksandstein 18  
 Kanalerfauna 25  
 Klärung 19  
 Klastische Sedimente 17,  
   43  
 Kliff 78  
 Kluft 32, 33, 41  
 Konglomerat 18, 53  
 Konkordante Lagerung  
   21  
 Konkretionäre Bänke 11  
 Konkretionen 15  
 Kontaktmetamorphose  
   106  
 Korallenkalk 42  
 Korngröße 19  
 Korradieren 81  
 Kreidig 28  
 Kreuzschichtung 122  
 Kristalldrusen 49  
 Künstliche Aufschlüsse 3  
 Kulturschicht 3

Laaerbergterrasse 123  
 Längstal 112  
 Längsverwerfung 102  
 Lagerung 5  
 Lassen 90  
 Lateralverschiebung 102  
 Lebensbedingungen 45  
 Lebensbezirk 24  
 Leithakalk 48  
 Lesesteine 70  
 Liegende Falte 85, 97  
 Liegendes 9  
 Lignit 26  
 Linse 9  
 Linsenförmige Einlage-  
 rung 9, 39  
 Lithothamnienkalk 46  
 Lithothamnium 42  
 Litoral 24  
 Litorale Bildungen 44  
 Litoralregion 44  
 Löß 115  
 Lößkindl, Lößmännchen  
 115  
 Lokalschotter 119  
 Luckig 41  
 Luftsattel 91  
  
 Mäander 82  
 Mächtigkeit 7, 8  
 Mangandendriten 43  
 Marine Ablagerungen 17  
 Maskierte Diskordanz 88  
 Matrix 16  
 Mechanische Sedimente  
 17, 43  
 Mergel, mergelig 18, 44  
 Metamorphose 106  
 Meteorische Wasser 12,  
 35, 37  
 Mineralgang 41  
 Mineralquellen 35  
 Minerogen 43  
 Minerogene Sedimente 17  
 Mittelschenkel 94

Mittelwasser 80  
 Mooskorallen 44  
 Morphologie 117  
 Mulde 93  
 Muschelig brechend 64  
 Muschelkalk 43  
 Muttergestein 16  
  
 Nachsitzen 125  
 Nagelfluh 124  
 Natürliche Aufschlüsse 3  
 Niederschlag 17  
 Niederterrasse 80  
 Nulliporen 42  
 Nulliporenkalk 46  
 Nußbergterrasse 128  
  
 Organische Verwitterung  
 72  
 Organogenes Sediment 18,  
 42  
 Originärer Lithotham-  
 nienkalk 48  
 Orthothermen 33  
  
 Palaeontologie 16  
 Periklinales Streichen 98  
 Petrefakte 16, 29  
 Petrefaktenkunde 16  
 Petrographie 108  
 Pflanzendecke 3  
 Physikalische Verwitte-  
 rung 71  
 Phytogen 42  
 Pleurotomentegel 25  
 Primärer Lithothamnien-  
 kalk 48  
 Profil 5, 90  
 Pseudolöß 115  
  
 Quarzsandstein 18  
 Quertal 112  
 Querverwerfung 102

- Regelmäßige Lagerung 21  
 Relatives Alter von  
   Schichten 92, 105, 130  
 Rezent 25  
 Rezente Terrasse 80  
 Rollstücke 124  
 Rundschotter 68  
 Rutschfläche 22, 101  
 Rutschterrain 83  
  
 Säuerlinge 36  
 Salzquellen 36  
 Sandlassen 117  
 Sattel 83, 93  
 Scheitel einer Falte 85  
 Schenkel einer Falte 95  
 Schicht 7  
 Schichtfläche 7  
 Schichtfolge 12, 92, 130  
 Schichtgestein 22  
 Schichtkopf 11  
 Schichtquelle 13  
 Schichtstörung 63  
 Schichtung 17  
 Schichtwölbung 83  
 Schiefe Falte 96  
 Schiefer 64  
 Schieferung 64, 106  
 Schlamm 69  
 Schlemmprozeß 19  
 Schleppung 103  
 Schmitzen 90  
 Schnüre 115  
 Schollengebirge 103  
 Schotterbett 68, 80  
 Schuppenstruktur 102  
 Schuttdecke 119  
 Schuttkegel 23, 74  
 Schwarzkohle 26  
 Schwebende Lagerung 11  
 Schwefelquellen 35  
 Schwemmland 110  
 Sediment 17  
 Sedimentation 17  
 Sedimentgesteine 92  
  
 Seelöß 115  
 Seifen 108  
 Seiger 76  
 Seitenschub 92  
 Sekundäre Lagerstätte 22, 64  
 Sekundärer Leithakalk 48  
 Senkung 103  
 Senkungsfelder 103  
 Senkungsfeld von Wien 117  
 Sickerwasser 13  
 Silt 109  
 Sinkstoffe 19  
 Skulptursteinkern 28  
 Solen 36  
 Sonderung 19  
 Sonderung des Materials 69  
 Sonderung nach dem spezifischen Gewichte 19  
 Spalten 33  
 Spaltenfrost 72  
 Spaltquelle 13  
 Spannungen der Erdrinde 93  
 Spezifische Bestimmung 29  
 Spiegel 101  
 Sprudel 33  
 Sprunghöhe 51, 103  
 Stärke der Schicht 7  
 Staffelbrüche 103  
 Standort 24  
 Staub von Wien 67  
 Stehende Falte 96  
 Steilrand 119  
 Steinbruch 39  
 Steinfall 83  
 Steinkern 28  
 Steinkohle 26  
 Steinschlag 83  
 Störung 22  
 Störungslinien 56  
 Stollen 31

Stoßkraft 82  
 Strandplattform 78  
 Strandterrasse 56  
 Streichen 10  
 Stromgeschwindigkeit 68  
 Stromstrich 81  
 Suspendiert 19  
 Synchron 131  
 Synklinale, Synkline 93  
 Synklinaltal 112

Tagwässer 15  
 Talquelle 14  
 Talseite 80  
 Taschen 5, 114  
 Tegelfazies 25  
 Tektonik 91  
 Terrasse 56  
 Terrestre Bildungen 115  
 Terrigene Sedimente 20,  
 43  
 Thermale Quellen 33  
 Thermen 33  
 Tongallen 41  
 Tote Arme 82  
 Transgredieren 59  
 Transportkraft 68  
 Trübung 19  
 Trümer 49  
 Trümmergestein 18

Überfallsquelle 13  
 Überkippte Falte 97  
 Überschiebung 99, 101  
 Überschiebungsschollen 99  
 Überschwemmungsgebiet  
 80  
 Überzüge 49  
 Umlaufendes Streichen 98  
 Umschwemmung 109  
 Ungebankt 12  
 Untergrund 3  
 Unter Tag 13  
 Ursprüngliche Lager-  
 stätte 4

Vadose Quellen 35  
 Verfärben 15  
 Verflächen 9  
 Verkieselung 27  
 Verkiesung 27  
 Verkittung 11, 40, 43, 90  
 Verkohlung 25  
 Verrutschtes Terrain 7,  
 49  
 Verrutschung 125  
 Verschoben 22  
 Versiegen 38  
 Versteinen 27  
 Versteinerung 16, 28  
 Verwerfung 51, 77, 99  
 Verwerfungsquellen 51  
 Verwitterung 65, 70  
 Vulkanisches Sediment 18

Wagram 80  
 Warme Quellen 32  
 Wasserdurchlässigkeit 12  
 Wasserführende Hori-  
 zonte 12  
 Wechsel 99, 101  
 Wechselfläche 99  
 Wechsellagerung 9, 125  
 Weiches Wasser 36  
 Widerstandsfähigkeit 69  
 Wiederholte Diskordanz  
 89  
 Wildbäche 38, 67

Zement 11, 40  
 Zementierung 90  
 Zerfall der Flyschgesteine  
 65  
 Zerrissene Flexur 101  
 Zersetzung 65  
 Zersetzungserscheinungen  
 48  
 Zersetzungslehm 61  
 Zusitzen 15  
 Zutagetreten 5, 13



## Erklärung der Fremdwörter.

Lat. = lateinisch, gr. = griechisch, it. = italienisch.

---

- Abrasion (abradere lat. abkratzen, abschaben) die Abtragung durch die Meereswellen.
- Aeolisch (Aeolos gr. der König der Winde) von Winden herrührend.
- Akratothermen (akratos gr. ungemischt, stark, thermos gr. warm) heiße Quellen.
- Allochthon (allos gr. ein anderer, chthon gr. Boden) auf fremdem Boden.
- Alluvium (alluvio lat.) Anschwemmung.
- Analyse (analysis gr.) Auflösung.
- Antiklinale (anti gr. entgegen, klinein gr. neigen) Schichtwölbung.
- Autochthon (autos gr. derselbe, chthon gr. Boden) an Ort und Stelle gebildet.
- Bathymetrisch (bathys gr. tief, metron Maß) der Wassertiefe nach.
- Bionomisch (bios gr. Leben, nomos gr. Gesetz) das Leben betreffend.
- Breccie (breccia it.) Brockenstein, Mengstein.
- Chorologie (choros gr. Schar, logos gr. Lehre) die Lehre von der Vergesellschaftung.
- Deflation (deflare lat. abblasen) Abblasung.
- Dendriten (dendron gr. Baum) baumförmige Zeichnungen.
- Denudation (denudare lat. entblößen) Entblößung.
- Deszendierend (descendere lat. herabsteigen) absteigend.
- Detritär, Detritus (deterere abreiben) durch Abreibung entstanden.
- Diagenese (diagenesis gr.) Umbildung.
- Diluvial, Diluvium (diluvium lat. Überschwemmung) die letzte Periode der Erdgeschichte, die in ihr entstandenen Bildungen.

- Diskordant. Diskordanz (discordare lat. uneinig sein) unregelmäßige Überlagerung.
- Dislokation (dislocare lat. entfernen) Lageveränderung einer Schicht.
- Dynamometamorphose (dynamis gr. Kraft, metamorphoun gr. verändern) Veränderung durch Einwirkung einer Kraft.
- Erosion (erodere lat. ausnagen) Ausnagung von Tälern durch fließendes Wasser.
- Faziell, Fazies (facies lat. Antlitz) Ausbildung einer Ablagerung.
- Fauna (Faunus lat. Feld- und Waldgott) Vergesellschaftung von Tieren.
- Flexur (flectere lat. beugen) Schichtbiegung.
- Fossil, Fossilien (fossilis lat. ausgegraben) versteinert, Versteinerungen.
- Fukoiden (fucus lat. Seetang, Seegras) tangenähnliche Gebilde.
- Ge-isothermen (gē gr. Erde, isos gr. gleich, thermos gr. warm) Linien gleicher Erdwärme.
- Geologie (gē gr. Erde, logos gr. Lehre) Erdkunde.
- Geothermisch (gē gr. Erde, thermos gr. warm) die Erdwärme betreffend.
- Heteropisch (heteros gr. ein anderer, ops gr. Antlitz = Fazies, siehe oben!) von verschiedener Ausbildung.
- Heteropisch (heteros gr. ein anderer, topos gr. Ort) an einem anderen Orte befindlich, durch den anderen Ort bedingt.
- Hieroglyphen, eigentlich heilige Schriftzeichen, Bilderschrift, in der Geologie: diesen ähnliche Gebilde, Zeichnungen.
- Hydrostatisch (hydros gr. Wasser, stasis gr. Stehen, Feststehen) das Gleichgewicht des Wassers betreffend.
- Infiltration (infiltrare neulat.) Einseihung, Eindringung.
- Invers (inversio lat. Umkehrung) verkehrt.
- Isoklinal (isos gr. gleich, klinein gr. neigen) gleichsinnig geneigt.
- Juvenil (juvenilis lat. jugendlich) jung.
- Kanaliferen (canalis lat. Wasserrinne, ferre lat. tragen) mit einem Kanal versehene Schnecken.
- Klastisch (klao gr. ich zerbreche) aus Bruchstücken bestehend.

Konglomerat (conglomerare lat. zusammenballen) verkittete Gerölle.

Konkordant, Konkordanz (concordare übereinstimmen) regelmäßig, Regelmäßigkeit.

Konkretion (concrescere lat. verhärten) verhärtete Masse.

Kontakt (contactus lat.) Berührung.

Kontaktmetamorphose (siehe oben!) Veränderung durch Berührung.

Korradieren, Korrasion (corradere lat. ausscharren) Ausschürfen.

Lateralverschiebung (lateralis lat. seitlich) seitliche Verschiebung.

Lignit (lignum lat. Holz) Holz im Beginne der Verkohlung.

Litoral (litus lat. Küste) die Küste betreffend, küstennahe.

Magma (magma gr. Gemisch) glutflüssige Gesteinsmasse.

Matrix (mater lat. Mutter) Muttergestein.

Mechanisch (mechane gr. Handwerkzeug) durch Kraftanwendung erzeugt.

Metamorphose (metamorphun gr. verändern) Veränderung.

Meteorisch (meteoros gr. in der Luft befindlich) m. Wasser = Regenwasser.

Minerogen (gignomai gr. ich entstehe) aus einem Mineral entstanden.

Morphologie (morphe gr. Gestalt, logos gr. Lehre) die Lehre von der Gestalt, Form.

Originär (origo lat. Ursprung) ursprünglich.

Orthotherme (orthos gr. richtig, thermos gr. warm) die richtige Temperatur besitzende Quelle.

Periklinal (periklines gr. sich ringsum neigend, abschüssig) allseitig geneigt.

Palaeontologie (palaios gr. alt, on gr. seiend, logos Lehre) die Lehre von den alten Lebewesen, Versteinerungen.

Petrefakt (petra gr. Stein, facere lat. machen) Versteinerung.

Petrographie (petra gr. Stein, graphein gr. beschreiben) Lehre von den Steinen.

Phytogen (phyton gr. Pflanze, gignomai ich entstehe) aus Pflanzen entstanden.

Profil (frz.) das Seitenbild, die Durchschnittsansicht.

Pseudo- (Pseudos gr. Lüge, Täuschung) falsch.

Rezent (recens lat. jung) gegenwärtig, jetzig.

Sediment (sedimentum nl.) Absatz, Niederschlag.

Sekundär (secundus lat. der zweite) an zweiter Stelle befindlich.

Spezifisch (species lat. Art) der Art nach.

Synchron (syn gr. mit, zusammen, chronos gr. Zeit) gleichzeitig.

Synklinale (syn gr. zusammen, klinein gr. neigen) gegeneinander geneigt, Mulde.

Suspendiert (suspendere lat. schweben lassen) in einer Flüssigkeit schwebend.

Tektonik (tektonike Baukunst) Bau der Erdrinde.

Terrester (terrester lat. auf der Erde befindlich, von der Erde stammend) festländisch.

Terrigen (terra lat. Erde, gignomai ich entstehe) von der Erde, dem Festlande stammend.

Therme (Thermos gr. warm) warme Quelle.

Transgredieren (transgredior ich überschreite) Übergreifen eines Meeres auf das Festland.

Vados (vadosus lat. seicht) aus geringer Tiefe stammend.

Vulkanogen (gignomai gr. ich entstehe) aus einem Vulkan stammend, vulkanisch.

Zoogen (zoon gr. das lebende Wesen) gignomai ich entstehe) von Tieren stammend.

---