

14. 351, 8°

Der Pfänder.

* Eine geologische Skizze *

von

Prof. Jos. Blumrich.



Geol.B.-A. Wien



0 000001 465570

14. 351, 8° - Prof. J. Blumrich

==== Separat - Abdruck ====

aus dem IX. Jahres-Berichte des Kommunal-Obergymnasiums in Bregenz.

1904.



Der Pfänder gilt als Aussichtsberg ersten Ranges, und dieser Umstand findet im wesentlichen seine Begründung in geologischen Verhältnissen. Er ist ein weit vorgeschobener Posten des hinter ihm liegenden gewaltigen Heeres aufgetürmter Gipfel, und indem er fast alle seine Nachbarn überragt und gegen den Bodensee, die Stadt Bregenz und die Rheinebene steil abbricht, bietet er so dem Beschauer auf seiner Spitze die größtmögliche Abwechslung landschaftlicher Schönheiten.

Als Pfänder soll in den nachstehenden Zeilen nicht bloß die 660 Meter über den Bodensee sich erhebende Spitze bezeichnet werden, sondern die ganze damit zusammenhängende Bergmasse, für welche allein nach Norden hin eine orographische Grenze nicht deutlich ausgesprochen erscheint. Im Osten ist der Pfänder durch den engen, aber tiefen Wirtatobel und dessen viel seichtere Verlängerung vom vorliegenden Berglande getrennt; im Süden steigt er am rechten Ufer der Bregenzer Ach mit steilem, von jäher, langer Felswand gekröntem Gehänge unvermittelt aus dem Rheintale und bildet in etwa 750 m Seehöhe eine Terrasse, auf welcher die Ortschaft Fluh sich ausbreitet. (Vergl. die beigegegebene Abbildung.) Von hier aus beginnt der eigentliche Kamm des Berges, der wellenförmig dahinzieht, im Gipfel mit 1060 Meter seine größte Höhe erreicht und eine streng südnördliche Richtung einhält. Rechtwinkelig zum Hauptzuge des Pfänders springt ein Ausläufer desselben gegen Westen kühn ins Rheintal vor, es ist das Ende der erwähnten südlichen Felswand, der *Gebhardsberg*, welcher trotz seiner verhältnismäßig geringen Höhe (nur 200 m über dem Bodensee) eben wegen seiner vorgeschobenen Lage und seines steilen Abfalles nach Süden und Westen eine sehr beliebte Aussichtswarte bildet. Vom Hafen aus gesehen, ist der Gebhardsberg mit der Hauptmasse des Pfänders durch einen bewaldeten Bergrücken verbunden, dessen nordwestwärts gerichtete Abdachung zum Teil von Wald, zum Teil von einer großen Wiesenfläche bedeckt ist.

Am Südostende des Sees läßt der Pfänder der Stadt Bregenz Raum zu bescheidener Ausbreitung, nähert sich jedoch gegen Norden allmählich dem Ufer und an der ehemaligen Bregenzer Klause bespülen die Wogen direkt

seinen Fuß. Ein Felsriegel, welcher hier ehemals unmittelbar in die Fluten des Sees vorragte, wurde gelegentlich des Baues der Reichsstraße und Bahnlinie weggesprengt.

Einen schönen Überblick über den Aufbau des Pfänders gewinnt man vom Nordufer des Sees, etwa von Bäumle aus. Von hier aus sieht man deutlich, daß der Pfänderstock aus mehreren, parallel übereinander liegenden Terrassen besteht, die eine ziemlich sanfte Neigung nach Nordwesten besitzen, während sie gegen Westen mit fast senkrechten, hohen Felswänden abbrechen. Eine größere solche Terrasse entsteigt vor der Kirche in Lochau unmittelbar dem Flachlande und erhebt sich am Haggen bis auf etwa 300 m über den See. (Siehe die Abbildung.) Hier erreicht sie ihr Ende, wird aber von da aus durch eine etwa 50 m tiefer liegende, mehr westlich abfallende Terrasse abgelöst, welche die kleinen Weiler Altreute und Halbstation trägt und östlich von Bregenz mit einer steilen Felsmauer in sehr bedeutender Höhe über dem See (300—500 m) abbricht. (Siehe die Abbildung.) Auch vom Süden gesehen, etwa von der Achbrücke aus, zeigt der Pfänder deutlich stufenförmigen Aufbau. Am Fuße der Felswände aller Abbruchstellen liegen große Massen von Gehängeschutt, deren steile Böschungen Nadelwald tragen, während die sanfter geneigten Flächen der Terrassen von Wiesenmatten bedeckt sind. Letztere ermöglichen eine allerdings schwache Besiedelung des Pfänders in vereinzelt kleinen Weilern. Entsprechend der Neigung der Terrassen nimmt die Hauptmenge des Niederschlagswassers ihren Lauf nach Westen und Nordwesten und so kommt es, daß gerade die Westflanke des Pfänders von zahlreichen, zum Teil sehr tiefen Tobeln durchfurcht ist.

Nachdem wir uns im Vorausgehenden die nötige Übersicht über die Lage, Form und Gliederung des Berges verschafft haben, wollen wir zunächst die Gesteinsarten, welche am Aufbau des Pfänders beteiligt sind, etwas näher kennen lernen, dann ihre Lagerungsverhältnisse erörtern und endlich uns ein Bild zu machen versuchen von der Herkunft dieser Gesteine und der Entstehung des Berges selbst.

Als die hauptsächlichsten Gesteinsarten des Pfänders sind zwei Sorten Sandstein zu nennen, nämlich ein hellgrauer und ein gelb- bis rotbrauner, welche als Molassesandstein bezeichnet werden, und ein rotes oder gelbliches Konglomerat, die sogenannte Nagelfluh.

Der *hellgraue Sandstein* bildet die Unterlage des Berges, man könnte sagen seinen Sockel. Er ist an mehreren Stellen gut aufgeschlossen, so am Südfuße des Gebhardsberges am »falligen Bach«, in einem Steinbruche bei Weißenreute, mehrmals längs der neu erbauten, nach Langen führenden Straße und in der Tiefe des Wirtatobels. Meist zeigen seine Schichten eine Mächtigkeit von zwei bis mehreren Metern, sind also dickbankig; im Steinbruch bei Weißenreute hingegen liefern sie nur zwei bis mehrere dm dicke Platten. In diesem Sandstein sind Körner von hellem Quarz und schwarzem Kieselschiefer mit weißen Glimmerschüppchen durch einen feinsandigen Kalkmergel verbunden.

Der Kalkgehalt des Gesteins gibt sich durch lebhaftes Aufbrausen zu erkennen, wenn man Proben davon mit verdünnter Salzsäure behandelt. Er offenbart sich auch darin, daß auf Klüften dieses Sandsteines an manchen Fundorten, so in dem weiter südlich gelegenen Schwarzachtobel, schöne Kalkspatdrusen gefunden werden, deren Krystalle bemerkenswerter Weise stets die Form des Grundrhomboeders zeigen, nach welcher das Mineral spaltbar ist, eine Form, die als Krystallgestalt des Kalkspates sonst nur sehr selten zu beobachten ist. Wegen des mergeligen Bindemittels ist der graue Molassesandstein weich und läßt sich leicht bearbeiten, ist aber auch wenig dauerhaft und nicht wetterfest. Da er in beliebig großen Blöcken und ebenen Platten gewonnen werden kann, ist er in hiesiger Gegend ein wichtiger Baustein und findet eine vielseitige Verwendung zu Fensterstöcken, Torsäulen, Türfuttern, Stiegenstufen, sowie als Deckstein. Die größten Blöcke werden an mehreren Stellen in der Schweiz gebrochen. Versteinerungen dieses Sandsteines sind im Bereiche des Pfänders nicht bekannt geworden. Gelegentlich erscheinen die Schichtflächen fein wellig gekräuselt.

Über dem grauen, unteren Molassesandstein liegen die Schichten des braunen Sandsteins und der Nagelfluh, welche in oftmaliger Wiederholung einander überlagern und bezüglich ihrer Mächtigkeit den größten Schwankungen unterliegen. Sie setzen die Hauptmasse des Berges zusammen. An den Abbruchstellen und in den Tobeln sind diese Schichten allenthalben gut abgeschlossen. In unserer Betrachtung wenden wir uns zunächst der Nagelfluh zu, welche zwar vom braunen Sandstein an Masse bedeutend übertroffen wird, durch ihre große Widerstandsfähigkeit jedoch das eigentliche Charaktergestein des Pfänderberges darstellt.

Die *Nagelfluh* besteht aus abgerollten Stücken eines hellgrauen, dichten Kalksteines, eines gelblichen Sandsteines und eines schwarzen oder roten dichten Quarzes, welche durch ein festes, kalkigsandiges Bindemittel zusammengehalten werden. Die Kalkgerölle machen nahezu zwei Drittel der Gesteinsmasse aus, das übrige sind vornehmlich Sandsteingerölle, während die Quarzgerölle sehr zurücktreten. Wegen des Vorwaltens der Kalkgerölle ist das Gestein als *Kalknagelfluh* zu bezeichnen. Das Bindemittel ist durch beigemengtes Eisenoxyd braun oder rot gefärbt und bedingt die Farbe des Gesteins. Die Rollsteine sind meist nuß- bis faustgroß, selten erreichen sie Kopfgröße. Da, wo die Nagelfluh an den braunen Sandstein grenzt, ist oft ein Kleinerwerden des Gerölls und Zunahme des Bindemittels bemerkbar, so daß ein rascher Übergang von der groben Nagelfluh in den feinen Sandstein stattfindet. Ihrer Festigkeit wegen wird die Nagelfluh auf den Fahrwegen im Bereich des Pfänders zu Straßenschotter zerschlagen, außerdem findet sie in Gärten und Anlagen zur Aufführung künstlicher Felsgruppen sowie als Baustein Verwendung. Stellenweise, so am alten Fahrwege nach Fluh und an der neuen Straße nach Langen, bemerkt man in den angebrochenen Nagelfluhfelsen weiße Streifen. Zum Teil gehören sie krystallinischem Kalkspat an als Ausfüllung von Lücken, zum

Teil jedoch erweisen sie sich bei genauerer Besichtigung als Bruchstücke von großen, 1–3 cm dicken Austernschalen, und wenn man Glück hat, kann man sogar vollständig erhaltene Exemplare, aus flachem Deckel und gewölbter Unterschale bestehend, erbeuten.

Von besonderem Interesse sind einige Blöcke der Nagelfluh, welche am sogenannten »Gschlif«, einem älteren Bergrutsch, in halber Höhe des Pfänders im Walde liegen, und ähnliche Blöcke werden auch noch an anderen Stellen zu finden sein. Deren Hauptmasse besteht aus gewöhnlicher, fester Kalknagelfluh, in welche nicht allzumächtige Lagen eingeschaltet sind, deren Kalkgeröll oft zahlreiche, bis 1 cm tiefe, rotgefärbte Eindrücke aufweisen. Auf der Breitseite der Geschiebe sind die Gruben seichter als am Rande derselben und in sie dringen die schmalen Seiten und abgerundeten Spitzen der benachbarten Geschiebe ein. Hierdurch erscheinen die an und für sich losen Gerölle gegenseitig fest verankert, so daß man Mühe hat, selbst bei Anwendung des Hammers, einzelne Geröllstücke aus ihrem Zusammenhang herauszulösen. Das Bindemittel solcher Teile der Nagelfluh ist nicht wie sonst feste Sandsteinmasse, sondern ein erdiger, spärlich vorhandener Mergel, fehlt sogar stellenweise ganz, und dieser Umstand gibt uns die Mittel an die Hand, wie wir uns das Zustandekommen der Eindrücke zu denken haben. Da die Gerölle hier nur durch wenig Zwischenmasse von einander getrennt wurden, so konnte sich der Druck der darüber lastenden Gesteinsmassen nicht mehr so gleichmäßig wie anderwärts bei Anwesenheit einer reichlichen Zwischenlage verteilen, sondern beschränkte seine Wirksamkeit auf einzelne Punkte der losen Gerölle. Die Folge davon war das Eindringen der runden Spitzen und Kanten der Rollsteine in die breiteren Flächen und Kanten ihrer gleichharten Nachbarn, ein Vorgang, welcher wohl durch die lösende Kraft des im Gestein enthaltenen Wassers (die Bergfeuchtigkeit) noch wesentlich unterstützt wurde. Das gegenseitige Eindringen der Geschiebe ineinander währte solange, bis ein Ausgleich der Druckverhältnisse erreicht war.

Der bald gelbliche, bald rotbraune *obere Molassesandstein* besteht hauptsächlich aus Quarzkörnern und einem kalkig-tonigen Bindemittel, dessen Beimengung, ein rotes oder gelbes Eisenoxyd, dem Gestein die charakteristische Farbe verleiht. Wegen seiner geringen Festigkeit und seiner meist dünnplattigen Absonderung kommt ihm als Baustein bloß eine geringe Bedeutung zu. Auf den Schichtflächen zeigt der rote Sandstein im Bereich des Gebhardsberges sehr häufig schöne Wellenfurchen, die durch einen Eisenoxydüberzug eine dunkelrote Farbe haben und deren Längserstreckung nördlich gerichtet ist. Wenn diese Wellenfurchen etwas flacher sind, können sie auf Bruchstücken leicht Blattabdrücke vortäuschen. An Masse übertrifft der obere Molassesandstein die Nagelfluh sehr bedeutend und öfter kann man beobachten, daß Nagelfluhbänke in die Sandsteinschichten völlig eingebettet liegen und an ihren Enden spitz zulaufen (auskeilen). An stark abgetragenen Stellen bildet die Nagelfluh immer eine schützende Decke für den darunter liegenden, weniger

widerstandsfähigen Sandstein. Recht deutlich ist dieses Verhalten am Gebhardsberg, sowie an den Steilwänden unterhalb Fluh, bei Lochau und am Berg Isel ausgeprägt. Am Südabbruch des Gebhardsberges steht eine senkrechte, fast 20 m hohe Wand des gelblichen Sandsteins an, die auf Nagelfluh aufrucht und zuoberst selbst eine etwa 10 m mächtige, stark vorspringende Nagelfluhdecke trägt.

Gute Aufschlüsse dieses Molassesandsteins sind allenthalben sichtbar, so an jeder Abbruchstelle, in den Tobeln und im Steinbruche am Talbach. An letzterem Orte sind zwei dünne, hellgrüne Schichten in den hier dunkelroten Sandstein eingelagert, welche durch den Farbenkontrast sich scharf abheben. Die grüne Färbung dieser Sandsteinschicht rührt von Glaukonitkörnern her, weshalb das Gestein als glaukonitischer Sandstein bezeichnet wird. Die beiden verschiedenfarbigen Sandsteinarten grenzen unvermittelt aneinander. Man kann Handstücke erhalten, welche zur Hälfte aus der roten, zur Hälfte aus der grünen Abart bestehen.

Versteinerungen kommen im oberen Molassesandstein nur stellenweise vor, doch ist ihr Erhaltungszustand im allgemeinen kein günstiger. Oberhalb des »falligen Baches« am Südabbruch des Pfänders sind sie in einer hellgraugrünen, etwas Glaukonit führenden Abart des Gesteins in ziemlicher Menge enthalten. Größtenteils sind es bloße Steinkerne, das heißt sandige Abformungen von Muscheln- und Schneckenschalen des Meeres, deren Kalkgehalt bis auf kleine Reste verschwunden ist. Am besten sind die derben Schalen einer Auster erhalten. Die häufigsten Versteinerungen sind die Steinkerne einer Muschel, welche 3 cm lang und mit fächerartig auseinander laufenden Rippen bedeckt sind (*Cardita?*), seltener sind etwas kleinere, konzentrisch gestreifte (*Venus?*), sowie die an einem Ende stark klaffenden einer Bohrmuschel (*Pholas cylindrica*). Die zart längs gestreiften Steinkerne einer Kreiselschnecke (*Trochus patulus*) erscheinen infolge des Gebirgsdruckes oft sehr platt gedrückt. Verwandte Arten dieser ausgestorbenen Weichtiere leben noch gegenwärtig in den europäischen Meeren. Auf dem Riese-Pfänderwege wurde ein länglicher Haifischzahn (von *Lamna cuspidata*) gefunden, eingeschlossen in einem Stück Sandstein, und es haften ihm noch Spuren des gelblichen Sandsteines an. Einmal wurde im roten Sandsteine des Steinbruches am Gebhardsberg der versteinerte Halswirbel einer großen Hirschart aufgefunden, der in der Sammlung des Vorarlberger Landesmuseums aufbewahrt wird.

Wir haben noch der *Einlagerungen* zu gedenken, welche an manchen Stellen den Schichten des Sandsteins und der Nagelfluh eingeschaltet sind. Als eine solche wurde der glaukonitische Sandstein bereits erwähnt. Oberhalb des »falligen Baches«, wo die Grenze zwischen dem unteren, hellgrauen und dem oberen, rötlichen Sandstein sehr gut aufgeschlossen ist, sind beide Sandsteinarten durch eine etwa 10 Meter mächtige Mergelbank getrennt, deren Hauptmasse lichtgrau gefärbt ist, während ihre obersten Lagen in einer Mächtigkeit von etwa $\frac{1}{2}$ Meter durch ihre rot, grün und blau gefleckte Färbung sich davon auffallend abheben. Es ist die sogenannte *bunte Molasse*. Am Grunde

der lichten Mergelschicht, in dem kleinen Steinbruch daselbst, ist noch eine weitere Einlagerung zu erwähnen, nämlich der Rest eines nicht ganz 1 dm dicken *Pechkohlenflötzes*, das in einen dunkelgrauen, von Glimmerschüppchen glitzernden, sandigen Mergel eingebettet liegt. Dieser schließt zahlreiche gelblich-braune Schalen von Schnecken und kleinen Muscheln ein. Die Schneckengehäuse sind 2—3 cm groß, an der Oberfläche fein punktiert und infolge des Gebirgsdruckes stets ganz flach zusammengedrückt; sie gehören Arten von *Helix* (also Landschnecken) an. Seltener als die Schalen der Schnecken sind die einer 1 cm großen Süßwassermuschel (*Cyclas*). Die schwarze Farbe des sandigen Mergels ist durch den Gehalt an kohligen Pflanzenresten bedingt.

Unmittelbar über dem bunten Mergel, jedoch schon innerhalb der Schicht des erwähnten muschelreichen, glaukonitischen Sandsteins, beobachtet man hier mehrere, oft sehr winzige Kohlenflötzen, die stets von einem rostig gefärbten Hofe umsäumt sind. In ihrer Umgebung befinden sich kohlige Pflanzenabdrücke. Doch auch in höheren Lagen treten gelegentlich in Sandsteineinlagerungen der Nagelfluh kleine Pechkohlenflötze auf, so an dem jetzt verschlossenen Versuchsstollen oberhalb Gravenreute.

Die an verschiedenen Stellen des Pfänders vorkommende Braunkohle hat einen muscheligen Bruch und wird wegen ihrer schwarzen Farbe und ihres schönen Glanzes als Pechkohle bezeichnet. Leider sind ihre Schichten im Bereiche des Pfänders viel zu klein und dünn, als daß an eine Ausnützung derselben gedacht werden könnte. Bloß im benachbarten Wirtatobel hat man einige bedeutendere, über einander liegende, 1 bis 3 dm mächtige Pechkohlenflötze angetroffen. Im Jahre 1840 wurde der Bergbau daselbst begonnen, jedoch bald wieder aufgelassen. 1876 wurde das Bergwerk wieder eröffnet, der Betrieb aber 1894 gänzlich eingestellt, weil er wegen der geringen Mächtigkeit der Flötze und sonstiger ungünstigen Umstände sich nicht lohnte.

Als Einlagerung des oberen Molassesandsteins ist endlich noch ein grauer, dichter *Mergel* hervorzuheben, welcher in manchen Lagen oft außerordentlich reich an versteinerten, meist mit beiden Schalen erhaltenen Muscheln ist. Der Grad ihrer Versteinering ist nur ein sehr unvollkommener, indem ihre Schalen zu einer kreideähnlichen, weißen, leicht zerreiblichen Masse umgewandelt sind. Die etwa 8 cm großen, dicken, parallel zum Rande gestreiften Schalen gehören wohl einer *Cytherea* an, die nur 2 cm großen, gerippten und oft in Menge übereinander gepackten vollständigen Exemplare werden als eine Art von *Cardita* zu bezeichnen sein. Bei der Anlage des Fahrweges von Britenhütten längs der Ostflanke des Pfänders ist ein solcher Mergel angeschnitten worden.

An der Böschung desselben Weges ist noch eine andere Gesteinsart sichtbar, nämlich sandig-erdige Massen, aus denen abgerundete Steine von der Größe einer Nuß bis Kopfgröße herauschauen. Es ist sogenannter *Blocklehm* oder *Geschiebelehm*, herrührend von der ehemaligen Vergletscherung des Gebietes. Dasselbe Gestein ist auch durch die Anlage der neuen Straße nach Langen oberhalb des Wirtatobels erschlossen worden. Weit öfter sieht man

aber hier Geschiebe von annähernd gleicher, mittlerer Größe in schön ebener, wagrechter Ablagerung und oft beträchtlicher Mächtigkeit, sogenannte *Schotterterrassen*. Sie gehören Gesteinsarten an, denen wir als Felsmasse im Pfändergebiet nirgends begegnen; es sind, nach ihrer Häufigkeit geordnet, Gerölle von Quarz verschiedener Färbung, Hornblendegneis, Hornblendeschiefer, Glimmergneis, sehr selten Kalkstein, demnach vorwiegend Gesteine von großer Festigkeit, wie sie auch dem Geschiebelehm eigen sind. Während diese Gerölle zumeist lose übereinander liegen und dann mit Sandschichten wechsellagern, sind sie in der Nähe des Tunnels der neuen Straße durch Kalksinter zementiert, so daß sie ganz den Eindruck einer sehr hellen Nagelfluh machen. *Diluviale Nagelfluh* hat man solche Schichten nach der Zeit ihrer Entstehung genannt. Längs derselben Straße trifft man noch vor dem Wirtatobel auch bis 2 m mächtige Ablagerungen eines feinen, deutlich wagrecht geschichteten, lichtgrauen *Quarzsandes* an.

Endlich finden wir im ganzen Gebiete des Pfänders, wo nicht gerade festes Gestein unmittelbar ansteht, lehmig-erdige Massen von gelblicher Farbe, welche insbesondere durch die Verwitterung des oberen Sandsteins sich bald in größerer, bald in geringerer Menge angehäuft haben. Wir wollen sie als *Gehängeschutt* bezeichnen. Aus den steilen Böschungen desselben unterhalb der Steilwände der Terrassen ragen oft zahlreiche, bis hausgroße Nagelfluhblöcke heraus, welche durch Absturz hierher gelangt sind.

Nachdem wir uns im Vorausgehenden mit den Gesteinsarten des Pfänders bekannt gemacht haben, gehen wir zur genaueren Schilderung ihrer Lagerungsverhältnisse über, weil sie zur Erklärung der Bildungsweise und des relativen Alters der Gesteine sehr notwendig sind.

Es wurde schon eingangs erwähnt, daß der Pfänderstock aus mehreren stufenförmig und parallel übereinander liegenden Terrassen besteht, die eine ziemlich sanfte Neigung nach Nordwesten besitzen. Den Terrassen entspricht im allgemeinen die Schichtenlage der den Berg aufbauenden Gesteinsarten, also des Sandsteines und der Nagelfluh; Abweichungen hievon sind durch Anhäufungen von Gehängeschutt verursacht. Diese geneigte Lage der Schichten ist eine keineswegs ursprüngliche, denn wie ihre Versteinerungen beweisen, geben sie sich als Absätze des Meeres oder des Süßwassers kund, denen als solchen anfänglich eine wagrechte Richtung eigen war. Die Schichten müssen also eine Störung erlitten haben; offenbar sind sie durch eine einseitige Aufrichtung aus ihrer ursprünglich horizontalen Lagerung in die jetzige geneigte Stellung übergegangen.

Um ein genaues Maß für die Abweichung einer Schicht von der horizontalen Lage zu gewinnen, brauchen wir nur die Richtung zweier Geraden zu ermitteln, welche wir uns in der Ebene einer Schicht normal zu einander gezogen denken. Die eine Gerade verlegen wir horizontal in die Fläche der Schicht; sie gibt uns die Orientierung der Schicht nach den Himmelsrichtungen an, der Geologe nennt es das *Streichen*. Die hierzu senkrechte Richtung heißt das *Fallen* der

Schicht; es gibt die größte Abweichung der Schicht von der Wagrechten an, wird nach Winkelgraden gemessen und seine Richtung mit dem Kompaß bestimmt. Wenn wir an unseren Sandsteinschichten mittels einer Senkelvorrichtung die größte Neigung gegen die Horizontale aufsuchen, so finden wir den Wert von 15° . Das Fallen der Schichten erfolgt demnach 15° in der Richtung NNW, wie der Kompaß anzeigt, ihr Streichen ist ONO. Im Fallen und Streichen stimmt der untere Molassesandstein mit dem oberen vollständig überein. Wegen starker Unebenheit der Schichtflächen sind die Nagelfluhbänke für solche Untersuchungen ungeeignet, doch lehrt der Augenschein, daß sie sich dem Streichen und Fallen des Sandsteins vollkommen einordnen. Da die Steilwände der Terrassen am Westabhange des Pfänders von N nach S verlaufen, also annähernd im Fallen der Schichten, so ist ihr ziemlich starkes Ansteigen gegen Süden erklärlich. (Vergl. die Abbildung.)

Auf Grund der Lagerungsverhältnisse im Pfändergebiet haben wir die untersten, tiefsten Gesteinsschichten, also die des hellgrauen Sandsteins, als die ältesten anzusehen. Dieser Sandstein kommt auch in Südbayern und der Schweiz vor, wo er im Vereine mit den ihm aufgelagerten Mergeln und Pechkohlenflötzen als die obere Stufe der mächtig entwickelten *unteren* oder *älteren Süßwassermolasse* bezeichnet wird. Wir haben diese der *Tertiärformation* zuzuweisen, und zwar einer Abteilung derselben, die wir gegenwärtig *oberes Oligozän* nennen. Unser hellgrauer Sandstein, der besonders den Südabhäng des Pfänders entlang gut aufgeschlossen ist, gehört also auch dem oberen Oligozän an, dessen obere Grenze durch die erwähnten bunten Mergel gekennzeichnet wird. Es ist eine Süßwasserbildung, ebenso wie die Mergel und das ihnen eingeschaltete Kohlenflötz, welches, den Lagerungsverhältnissen nach, den Kohlenflötzen des Wirtatobels entspricht. Auch alle übrigen, den oligozänen Schichten konkordant, d. h. in paralleler Richtung aufgelagerten Gesteinsarten sind tertiären Alters, gehören aber der nächstfolgenden, jüngeren Abteilung des Tertiärs, nämlich dem *Miozän* an. Die Ablagerungen desselben, der gelbliche bis rote Sandstein und die Nagelfluh, bauen also die Hauptmasse des Berges auf. Sie gliedern sich, trotz ihrer übereinstimmenden Gesteinsbeschaffenheit, auf Grund ihrer Einschlüsse an Versteinerungen in 2 verschiedene Gruppen, deren untere marinen Ursprungs ist, während die obere eine Süßwasserbildung darstellt. Von den Schweizer Geologen wurden die ersteren als *obere Meeresmolasse* bezeichnet, im Gegensatze zur oligozänen unteren Meeresmolasse, welche jedoch im Bereiche des Pfänders wegen ihrer sehr tiefen Lage nicht erschlossen ist. Die obere (miozäne) Meeresmolasse beginnt mit einem Sandstein, welcher das Hangende der bunten Mergel bildet, zuunterst jene winzigen, rostig umsäumten Pechkohlenflötzchen enthält und stellenweise reich an Schnecken- und Muschelschalen des Meeres ist. Oberhalb des »falligen Baches«, etwa 20 Meter über der Mergelgrenze, sieht man eine zum Teil glaukonitische Sandsteinschicht, die, wie die abgestürzten Blöcke zeigen, einen außerordentlichen Reichtum an Muscheln, besonders Austern, weit seltener

Miesmuscheln aufzuweisen hat. Sie wird dem im Wirtatobel, ungefähr 20 Meter über der Kohlenflötzzone liegenden, versteinerungsreichen *Muschelsandstein* gleichzustellen sein. Die darüber folgenden, besonders mächtigen Nagelfluhbänke lassen ihre Zugehörigkeit zur oberen Meeresmolasse aus der großen Zahl der in ihr liegenden Austernschalen leicht erkennen. Sie können vom Gebhardsberg längs des Fahrweges bis zur Ortschaft Fluh hinauf verfolgt werden. Kleine in Sandsteineinlagerungen der Nagelfluh enthaltene Pechkohlenflötzchen scheinen von Treibholz des miozänen Meeres herzurühren. Die noch höher liegenden Schichten von Sandstein und Nagelfluh, bis zur Spitze des Pfänders hinauf, sind außerordentlich arm an Versteinerungen. Bisher wurde bloß der erwähnte Haifischzahn von *Lamna cuspidata*, in Sandstein eingeschlossen, aufgefunden, und zwar am Fußwege von der Halbstation zur Riese, in einer Höhe von etwa 800 m. Dieser Umstand beweist, daß wir die Grenze zwischen der oberen Meeres- und oberen Süßwassermolasse erst in bedeutender Höhe des Pfänderstockes zu suchen haben.

Unzweifelhafte Schichten der miozänen Süßwassermolasse trifft man erst in hoher Lage weiter nördlich an, z. B. auf jenem Seitenanhang des Pfänders, welcher die Ruine Ruggburg trägt. Es ist ein grauer Mergel, welcher von einer Lage kohlgiger Pflanzenreste durchsetzt wird, die sich hier und da zu einem sehr kleinen und dünnen Flötzchen verdichten. Die Zone dieser Mergel enthält auch versteinerte, weiße, nur wenig zerdrückte Schneckenschalen von *Helix* und *Clausilia*. Offenbar gerieten die Reste dieser ausgesprochenen Landtiere zur Zeit der Bildung jenes Mergels durch das fließende Wasser in ein Süßwasserbecken, wofür auch das Vorhandensein der kohlgigen Pflanzenreste spricht.

Wie bereits erwähnt wurde, sind die Schotterterrassen und ebenso die diluviale Nagelfluh am Pfänder vollkommen wagrecht geschichtet. Sie unterscheiden sich dadurch auffallend in ihrer Lagerung von den Schichten des Sandsteins und der miozänen Nagelfluh. Der Geologe sagt, die Schottermassen sind diskordant zu dem benachbarten Gestein gelagert. Das Alter des Schotters und der Sande wurde schon als diluvial gekennzeichnet. Ihre Entstehung sowie die des Geschiebelehms reicht also in die der Tertiärzeit folgende Epoche des *Diluviums* oder der *Eiszeit* zurück.

Der feine Gehängeschutt endlich entstand in der jüngsten geologischen Zeit, im *Alluvium*, zu welcher auch die Gegenwart zu rechnen ist; diese Ablagerungen vergrößern sich noch stetig.

Wie wir aus dem Angeführten ersehen, stammen alle Gesteinsschichten des Pfänders aus dem letzten Abschnitt der Erdgeschichte, die wir als *Neuzeit* oder *känozoische Periode* bezeichnen; ja es fehlen ihm sogar die Ablagerungen des älteren Tertiärs, des Eozäns, gänzlich, ebenso die des jüngsten Tertiärs, des Pliozän.

Eine Übersicht der im Pfändergebiet vertretenen Formationen und ihrer Gesteinsarten mag die folgende Zusammenstellung bieten.

Quartär-formation	Alluvium	feiner, gelblicher Gehängeschutt mit abgestürzten Nagelfluhblöcken.	
	Diluvium	Zwischeneiszeiten	geschichtete Schotter und Sande, diluviale Nagelfluh.
		Eiszeiten	Geschiebe- oder Blocklehm, erratische Blöcke.
Tertiär-formation	Miozän	Obere Süßwasser- molasse	Kalknagelfluh, gelblicher bis roter Sandstein, grauer Mergel mit kohligen Pflanzenresten und <i>Helix</i> und <i>Clausilia</i> .
		Obere Meeres- molasse	Kalknagelfluh z. T. mit Austernbänken, gelblicher bis roter Sandstein mit Austern, <i>Cytherea</i> (?), <i>Cardita</i> und <i>Lamna</i> -Zähnen, gelegentliche Pechkohlenflötchen.
			Muschelsandstein mit <i>Ostrea</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Pholas</i> , <i>Cardita</i> , <i>Venus</i> (?), <i>Trochus</i> .
	Oligozän	Unt. Süßwasser- molasse	hellgrauer Sandstein, bunte Mergel, kleines Pechkohlenflötz mit <i>Helix</i> und <i>Cyclas</i> .

Wenn wir nun darangehen, uns die Entstehung der Gesteinsarten des Pfänders und die des Berges selbst klar zu machen, so haben wir vor allem an dem Grundsatz festzuhalten, daß die hiebei in Betracht kommenden physikalischen und chemischen Naturkräfte während der längst entschwundenen Jahrtausende in genau der gleichen Weise wirksam waren wie gegenwärtig. Ferner müssen wir zum besseren Verständnisse jener Vorgänge zunächst im Geiste eine Arbeit vornehmen, im Vergleich zu welcher selbst die berühmten Arbeiten des Herkules als das reinste Kinderspiel erscheinen. Wir müssen nämlich die Gesteinsmassen des Pfänders in ihre mineralischen Bestandteile zerlegen und sie jenen weit im Osten und Süden gelegenen Felsmassen zurückgeben, von denen sie herkommen. Dann müssen wir die Alpen samt ihren Vorlanden um etwa 500 Meter, d. h. so tief in die Erde hinabdrücken, daß das Wasser des mittelländischen Meeres den ganzen Nord- und Südrand der Alpen bespülen kann, wodurch der Gebirgszug der Alpen mit seinen älteren, vortertiären Gesteinen als lang gestreckte Insel erscheinen wird. Auf diese Art werden wir Zustände geschaffen haben, wie sie auf der Erde zu Beginn der Tertiärzeit tatsächlich bestanden.

Diesem unseren tertiären Binnenmeere wurde durch die Flüsse vom Alpeneilande her fein zerteiltes Gesteinsmaterial zugeführt. Durch das Spiel der Wogen wurden die Sand- und Schlammassen selbst in weite Entfernung von der Küste getragen, schön ebenmäßig abgelagert und im Laufe der Zeit zu Gestein verfestigt. Die zur Eozänzeit abgesetzten Schichten bilden den tiefen, nicht sichtbaren Untergrund des Pfänders. Bald nach Beginn der Oligozänzeit wich hier das Meerwasser, durch eine Hebung des Festlandes veranlaßt, zurück, an Stelle der Meeresbucht trat durch Aussüßung ein großer Süßwassersee, welchem seine Zuflüsse das Material lieferten, aus dem der hellgraue Sandstein und die Mergel entstanden sind. Gegen das Ende der Oligozänzeit muß das Seebecken sehr seicht gewesen sein, ja zum Teil in ein

Sumpfland sich umgewandelt haben, in welchem ein üppiger Pflanzenwuchs sich entfalten konnte. Die abgestorbenen Pflanzenreste gaben dann Anlaß zur Bildung mehr oder weniger mächtiger Torflager. Nachträglich traten Überschwemmungen ein, welche mit ihren Schlamm- und Sandmassen die Torfschichten für immer begruben. Im Laufe der Jahrtausende verwandelte sich der Torf in Braunkohle, und so entstanden die Kohlschmitzen am Pfänder und das Pechkohlenlager im Wirtatobel. Die mit untergegangenen Süßwassermollusken sind uns im sandigen Mergel als Versteinerungen erhalten geblieben.

Am Schlusse der Oligozänzeit trat offenbar eine langsame Senkung des neu gebildeten Festlandes ein, so daß die früher zum Absatz gelangten Süßwasserschichten vom Meere bedeckt werden konnten. Über diesen breiteten dann die Meereswogen Sand und Schalen von Weichtieren aus, zu welchen anfangs noch angeschwemmte Pflanzen sich gesellten, deren kohligter Rückstand die winzigen Kohlenflötzen darstellt. So entstand der Muschelsandstein. Daß die Ablagerungen der jüngeren oder oberen Meeresmolasse nur an verhältnismäßig seichten Stellen und nahe der Küste entstanden sind, dafür sprechen mehrfache Umstände. Der beste Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung ist die Nagelfluh selbst. Zunächst lassen die darin vorkommenden Austernbänke, d. h. Anhäufungen von Austernschalen, keinerlei Zweifel an der marinen Entstehung des Gesteines zu; denn die Austern sind und waren immer ausgesprochene Meeresbewohner. Ferner finden wir auch in der Gegenwart Geröllablagerungen des Meeres ausnahmslos auf die Nähe der Küste beschränkt, eben auf jene Stellen, welche von Austern besiedelt werden. Da nun, wie bereits oben erwähnt, die Nagelfluh mit den ebenfalls marine Versteinerungen führenden Schichten des gelblichen Sandsteines in wiederholter Wechsellagerung sich befindet, so kann auch dessen Bildungsstätte von jener der Nagelfluh nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Das Material für die beiden Gesteinsarten lieferten vornehmlich die Felsmassen der Kreideformation, des Jura und der Trias, welche auf dem damaligen Alpeneilande dem Gestade des tertiären Meeres zunächst lagen. Die vorwiegend kalkige Beschaffenheit der Felsarten dieser Formationen erklärt den großen Reichtum der Nagelfluh an Kalkgeröllen. Jene Stellen der Nagelfluhbänke, welche die dickschaligen Austern führen, scheinen dem Strandgeröll ehemaliger Steilküsten zu entsprechen, während wir wohl in manchen, von Austernschalen völlig freien Nagelfluh- und Sandsteinschichten auf Grund eingeschwemmter Knochen größerer Landsäugetiere (Hirschwirbel) deltaartige Ablagerungen einstiger Gebirgsbäche zu erblicken haben.

Auch die zierlichen Wellenformen des roten Sandsteins weisen auf eine küstennahe Entstehung dieses Gesteines hin. Noch heute kann jeder am Ufer des Bodensees in Bregenz, besonders schön bei den »Anlagen«, diese wellenartige Kräuselung des vom Wasser bedeckten Sandes mit eigenen Augen bequem beobachten, wenn der Wasserstand im Spätherbst und Winter ein geringerer geworden ist. Sie kommen durch das Ineinandergreifen sanft heranrollender und am Ufer wieder zurückgeworfener Wellen zustande und stehen mit ihrer Längserstreckung

senkrecht auf deren Richtung. Wenn bei ruhigem Wasser nur feiner Schlamm auf diesen Gebilden sich niederschlägt, nachher durch lebhaftere Wellenbewegung wieder neuer Sand darüber geführt wird und man sich die ganze Masse zu einem Gestein erhärtet denkt, so wird es begreiflich, daß die Wellenstruktur erhalten bleibt und je 2 aneinander grenzende Schichten infolge der dünnen Schlammzwischenlage sich leicht voneinander trennen lassen, wie es bei unserem Wellensandstein der Fall ist. Da seine Furchen in nördlicher Richtung verlaufen, so sind sie offenbar durch Wellen verursacht worden, die aus Westen gegen das Gestade herankamen.

Um die etwa 300 Meter betragende Gesamtmächtigkeit der miozänen Gesteinsschichten des Pfänders zu verstehen, welche wir als obere Meeresmolasse zusammenfassen, werden wir ein langsames, in ziemlich paralleler Richtung erfolgendes Absinken des Meeresgrundes annehmen dürfen. Dabei gaben tiefere Buchten, vielleicht auch Reste ehemaliger tieferer Flußläufe oder Täler, Anlaß zum Absatze eines feinen Schlammes, der nach und nach zum grauen Mergel sich verfestigte und die in ihm eingebetteten Muschelschalen von *Cardita* und *Cytherea* als Versteinerungen uns bewahrt hat. Auch mögen angeschwemmte Pflanzenreste an flachen, vorspringenden Landzungen das Material zu den vereinzelt Kohlenschmitzen abgegeben haben.

Am Schlusse der Miozänzeit traten sehr bedeutende Veränderungen im Aufbau der festen Erdrinde ein. Eingeleitet wurden dieselben durch eine allmähliche Hebung des Meeresbodens, so daß die Wassermassen des tertiären Meeres sich verlaufen mußten und die Meeresbucht wieder ausgesüßt wurde. Aus dieser Zeit sind nur Süßwasserablagerungen bekannt geworden, die obere Süßwassermolasse, die nur in den obersten Schichten des Pfänders gegen Norden hin vertreten sind. Die berühmtesten derartigen Ablagerungen kommen bei Öningen vor, in der Nähe von Stein am Rhein. Es sind dünnplattige Kalkmergel, welche durch einen außerordentlichen Reichtum an Tier- und Pflanzenresten (1500 Arten) ausgezeichnet sind, und aus denen von kundiger Seite auf ein recht mildes Klima des damaligen Mitteleuropa geschlossen worden ist.

Die Hebung des neu entstandenen Festlandes nahm seinen stetigen Fortgang und betraf auch das Alpenmassiv selbst, artete aber hier bald in ein gewaltiges, seitliches Zusammenschieben der Gesteinsschichten aus, so daß sie ein System mächtiger Falten bildeten, die uns jetzt als hohe Gebirgszüge entgegenreten und seither durch die abtragende Tätigkeit der Naturkräfte gar manche Veränderung wieder erlitten haben. Daß unsere Alpen, gleich den anderen hohen Kettengebirgen Europas und Asiens, hauptsächlich im Verlaufe der Miozänzeit durch einen seitlich wirkenden Schub der gebirgsbildenden Kräfte aufgefaltet worden sind, ist gegenwärtig für alle Geologen eine feststehende Tatsache.

Jene Teile des Alpenvorlandes, welche aus oligozänen und miozänen Schichten bestehen, also die Molasse, waren der Faltung ebenfalls unterworfen, aber in einem sehr ungleichen Grade. Die Geologen haben nämlich die

Tatsache festgestellt, daß die Molasseschichten um so stärker gefaltet und zerstückelt sind, je näher sie dem eigentlichen Alpengebirge liegen, und daß mit der Entfernung von den Alpen ihre Lagestörungen stetig abnehmen. Während die Molasseschichten am Pfänder und in der benachbarten Schweiz noch eine ziemliche Neigung gegen den Horizont (fast 20°) besitzen, sind sie beispielsweise in der Gegend von Konstanz und auf der bayrischen Hochebene in wagrechter Richtung (also schwebend) angetroffen worden.

Die gebirgsbildenden Kräfte, welche den Pfänder entstehen ließen, waren in fast rein nord-südlicher Richtung, also gegen die Alpen hin wirksam. Die Schichten des Pfänders, welche ein ganz gleichmäßiges Fallen (15° NNW) einhalten, bilden nur einen Teil des langgestreckten Nordschenkels einer Falte, deren kurzer, steiler Südschenkel zwischen der Bregenzer Ach und der Schwarzach anzusetzen wäre, wo die Molasseschichten zwischen Alberschwende und Buch (und ebenso weiter östlich) nach Süden einfallen und zwar unter einem Winkel von 40 und mehr Graden.

Solche Störungen im Bau der Erdrinde, welche wie beim Pfänder zur Gebirgsbildung geführt haben, stehen in der Erdgeschichte nicht vereinzelt da, wenn sie auch nicht in allen Epochen derselben sich in jener Größe und jenem Umfange geltend machten wie zur Miozänzeit. Als Ursache derselben haben wir die stetig fortschreitende Abkühlung und die damit verbundene Volumsverminderung des heißen Erdkernes zu betrachten, wodurch das Gewölbe der starren Erdrinde seine natürliche Stütze verliert, was an manchen Orten ein Zerspringen und Einsinken, an anderen ein Auffalten, Aufrichten und Heben der Gesteinsschichten zur Folge haben muß.

Die Gebirgsfalte, von welcher der Pfänder nur ein verhältnismäßig kleiner Bruchteil ist, hat insbesondere durch die Erosion des fließenden Wassers im Laufe der Jahrtausende sehr beträchtliche Veränderungen erlitten. Vor allem hat die wasserreiche Bregenzer Ach ihr Bett tief in die Molasse eingegraben und die ganze Gebirgsfalte quer durchschnitten, wahrscheinlich mit Benützung einer ehemals in der Richtung ihres jetzigen Bettes verlaufenden Bruchspalte. Der steile Abbruch an der Südflanke des Pfänders, welcher zugleich die Südgrenze der miozänen Ablagerungen bedeutet, ist zum größten Teile ihr Werk. Aber auch die Massen des eigenen Niederschlagswassers der Gebirgsfalte haben auf diese seit ihrer Aufrichtung und schon während derselben eine stark verändernde, abtragende und modellierende Wirkung geübt. Die kleinen Rinnsale, welche sie anfänglich schufen, wurden mit der Zeit zu tiefen Tobeln, die, der Neigung der Terrassen gemäß, besonders die Westseite des Pfänders arg durchfurchen. Im Laufe der Jahrtausende, welche auf die Miozänzeit folgten, und die wir mit dem Namen Pliozän als Abschluß der Tertiärzeit bezeichnen, erreichte der Pfänder durch die Erosion des Niederschlagswassers im großen und ganzen seine heutige Begrenzung und Gestalt. Bedeutende Einzelheiten daran wurden jedoch auch im nächstfolgenden Zeitabschnitt herausgearbeitet, nämlich im Diluvium oder der Eiszeit. Diese ist vor allem dadurch ausgezeichnet,

daß infolge eines schroffen Klimawechsels die Alpen sowie alle übrigen höheren Gebirge des ganzen Erdballs von riesigen Schneemassen bedeckt wurden, welche zur Bildung erstaunlich großer Gletscher Anlaß gaben. Ein solcher war der Rheingletscher, der im Quellgebiete dieses Stromes seinen Ursprung nahm, aus den Seitentälern bedeutende Zuflüsse erhielt, das ganze Rheintal bis zum Bodensee erfüllte und während seiner größten Ausdehnung über diesen hinaus bis an die Donau bei Tuttlingen und Sigmaringen reichte.

Als der Rheingletscher bis an den Pfänder gelangt war, fand er an der ins Tal vorgeschobenen Südflanke des Berges einen ausgiebigen Widerstand, und bei seinem zwar langsamen, aber stetigen Vorrücken wirkte er drängend und schiebend und hat dabei, wie leicht einzusehen, gar manchen Felsblock aus seinem Gefüge herausgerissen, fortgeschleppt und zermalmt. Diese Arbeit vollführten die Eismassen des Gletschers nicht nur an der Südseite des Berges, sondern auch an dessen West- und Ostflanke. Der Gletscher, der anfänglich im Tale Platz fand, schwoll allmählich gewaltig an, rückte am Berge immer höher empor und hüllte ihn schließlich vollständig ein, so daß nicht einmal die Spitze des Berges aus dem Eise herausschaute. Nur so ist es erklärlich, daß auf den höchsten Stellen des Pfänderrückens größere Gesteinsblöcke angetroffen wurden, welche nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit als Fremdlinge sich kundgeben. Unter diesen *Findlingen*, auch Wanderblöcke, Irrblöcke oder erratische Blöcke genannt, spielen besonders feste Gneisplatten und Hornblendeschiefer eine wichtige Rolle, welche auf das Montafoner- und Klostertal als ihre Heimat hinweisen, in denen diese Gesteine als Felsmasse oder, wie der Geologe sagt, anstehend angetroffen werden. Dieselben sind vom Rheingletscher hier abgelagert worden, dem sie durch seinen Zufluß, den ebenfalls sehr ansehnlichen Illgletscher, zugeführt wurden und der, durch diesen verstärkt, Massen verschiedenartigen Gesteinsmaterials in weite Fernen getragen, beziehungsweise vor und unter sich hergeschoben hat. In nächster Nähe der Pfänderspitze wurde auch ein Block sehr schönen, bunten Marmors aufgefunden, dessen Ursprungsstätte bisher noch nicht ermittelt ist. Die größeren Findlinge werden im Pfändergebiet immer seltener, da sie wegen ihrer besonderen Festigkeit seit jeher zum Straßen- und Hausbau Verwendung gefunden haben. In den kleinen Anlagen beim Pfänderhotel liegen Blöcke von Gneis und Hornblendeschiefer, die in der nächsten Umgebung gesammelt wurden. Auch anderwärts hat man die Findlinge als Bausteine gern benützt. So ist die sogenannte Heidenmauer in Lindau, ein von den Römern 15 v. Chr. errichteter Wachturm, soviel man sehen kann, ausschließlich aus etwa meterlangen, schön ebenen, dicken Gneisplatten erbaut, die offenbar als Findlinge in der Umgebung ehemals zerstreut lagen, und die Mauerreste der Ruine Ruggburg stellen eine wahre Muster-sammlung der verschiedenartigsten Wanderblöcke dar, neben denen anstehendes Gestein nur in sehr untergeordnetem Maße zur Verwendung kam.

Infolge der Gesteinszerspaltung durch den Frost sowie durch Lawinen stürzen im Ursprungsgebiet eines Gletschers größere und kleinere Gesteins-

trümmer auf seine Oberfläche, welche besonders an den Rändern des Gletschers sich anhäufen und seine Seitenmoränen darstellen. Gesteinsbruchstücke der Seitenmoränen werden vom Gletscher bei seiner Wanderung in unveränderter Form, mit Erhaltung der scharfen Ecken und Kanten fortgetragen, solange sie an seiner Oberfläche liegen bleiben. Der Illgletscher führte in den Seitenmoränen nur Gesteinsmaterial und zwar Urgestein aus dem Süden Vorarlbergs mit sich. Bei seiner Vereinigung mit dem noch größeren Rheingletscher verschmolz seine linke Seitenmoräne mit der bisherigen rechten des anderen zu einer Mittelmoräne und die rechte Seitenmoräne des Illgletschers wurde jetzt zugleich zur rechten Seitenmoräne des vergrößerten Rheingletschers. Als dann auf Grund klimatischer Veränderungen die Massigkeit des Rheingletschers abnahm, blieben die größeren Blöcke vom Schutt der Seitenmoräne an den Abhängen des Rheintales als Findlinge zurück. So erklärt sich das Vorkommen von Wanderblöcken aus dem Süden Vorarlbergs im Gebiet des Pfänders und seiner Nachbarschaft.

Da, wo Gletscher über unebenen Untergrund sich fortschieben, werden sie von Sprüngen und Klüften durchsetzt, durch welche der anfänglich auf der Oberfläche lagernde Schutt allmählich bis auf den Grund des Gletschers hinabgelangt und hier die Grundmoräne bildet, wozu auch die Seitenmoräne Beiträge liefert. Die Gesteinsbruchstücke derselben erleiden durch das Fortgleiten der Eismasse, den ungeheuren Druck derselben und die gegenseitige Reibung sehr bedeutende Formveränderungen. Wenig widerstandsfähige Gesteinsarten werden zu Sand und Schlamm zermalmt, an festeren alle Ecken und Kanten abgeschliffen, so daß sie äußerlich von Flußgeröll und Geschiebe sich gar nicht unterscheiden. Dichte Kalksteine erhalten an ihrer glatten Oberfläche durch die Reibung an hartem, quarzigem Gestein feine Ritzen und tiefere Schrammen, welche für glaziale Geschiebe so außerordentlich charakteristisch sind. Bei den Gletschern der Eiszeit, die durch Jahrhunderte und Jahrtausende ihre Grundmoräne stetig erhöht haben, weist dieselbe eine sehr bedeutende Mächtigkeit auf. An Stellen, wo die Grundmoräne der Eiszeitgletscher unverändert erhalten geblieben ist, besteht sie der Hauptsache nach aus ungeschichtetem, sandig-lehmigem Material, in welches die mit gelegentlicher, deutlicher Schrammung versehenen Geschiebe von sehr wechselnder Größe und mineralischer Zusammensetzung eingebettet sind. Nach dieser Beschaffenheit bezeichnet man die unveränderte Grundmoräne als Geschiebe- oder Blocklehm. Im Ölrain von Bregenz haben wir einen Rest der Grundmoräne des eigentlichen Rheintalgletschers vor uns. Der Geschiebelehm an der Ostflanke des Pfänders, in einer Höhe von etwa 800 m, rührt von einem Seitenast des Hauptgletschers her, der durch eine Stauung am Pfänder ins Tal der Bregenzer Ach und hinter den Pfänder abgelenkt wurde. Da Gneisgeschiebe bis in der Gegend von Egg im Bregenzerwalde gesehen worden sind, so gibt uns dies einen Anhaltspunkt über die Ausdehnung dieses Seitengletschers. Auch an der Nordwestseite des Pfänders sind Moränenreste vorhanden, so etwas oberhalb des Gasthauses bei der Ruine

Ruggburg am Fahrwege nach Möggers in einer Höhe von 650 m an; es ist hier völlig ungeschichteter Blocklehm mit zum Teil 1 Meter großen Gneisfindlingen.

Neuere, sehr eingehende Forschungen haben für das Inntal eine viermalige Vergletscherung nachgewiesen, die durch 3 Zwischeneiszeiten voneinander getrennt wurden, in denen sich die Gletscher bis in ihren Ursprungsort zurückzogen. Wahrscheinlich gelten die gleichen Verhältnisse auch für das Rheintal. Der Gletscher der ersten Eiszeit hat, so wie anderwärts, auch hier die weitaus mächtigste Entwicklung erreicht. Er wird es gewesen sein, welcher auf dem Pfänderrücken die Findlingsblöcke verstreut hat, während die zahlreichen größeren Blöcke von Gneis und Hornblendeschiefer, die bei der Legung der Wasserleitungsröhren am Fuße des Hügels, der die Oberstadt trägt, aufgedeckt wurden, von der Seitenmoräne des letzten, also vierten Rheingletschers herrühren dürften.

Zu Beginn der Zwischeneiszeiten lieferten die zurückweichenden Gletschereismassen ungeheure Mengen von Schmelzwasser, große Gletscherbäche, welche an der Aufarbeitung der Grundmoräne tätig waren. Stellenweise ist auf diesem Wege das Material des Blocklehms gesichtet worden; die erdigen und sandigen Bestandteile wurden zwischen den Geschieben herausgeschwemmt und sowohl der Sand wie auch die Geschiebe wagrecht und schichtenweise übereinander abgelagert. So entstanden die geschichteten Schotter- und Sandbänke oberhalb des Wirtatobels, die Schotterterrassen. Da dieselben dem anstehenden Gestein, der miozänen Molasse, diskordant aufgelagert sind, so entnehmen wir daraus, daß ihre Entstehungszeit bedeutend später anzusetzen ist als die der Molasse, und der Umstand, daß sie ihre horizontale Lagerung, die ihnen ehemals durch das Wasser bei ihrem Absatze erteilt wurde, sich völlig ungestört erhalten hat, gibt uns den Beweis dafür, daß seit dem Abschluß der Tertiärzeit, in welche die Auffaltung des Alpenvorlandes hineinfällt, in unserem Gebiete die Lagerungsverhältnisse der Gesteinsschichten immer die gleichen geblieben sind. Auch in tieferen Lagen, so beim Talbachkloster in der Stadt, sind solche geschichtete Schotterbänke sichtbar.

Noch mag der interessanten Gletscherspuren Erwähnung geschehen, die an der Südostecke des Pfänderfußes aufgefunden worden sind. Wenn wir von Kennelbach aus hinter der Kirche dem Fahrwege längs des St. Wendelinbaches folgen, so kommen wir hinter der Lochmühle in eine enge Waldschlucht, in welcher eine außerordentlich große Anzahl von Urgesteinsblöcken umherliegt, die sich sofort als Fremdlinge, als Findlingsblöcke zu erkennen geben. Im seichten Bachbette kann man meterlange Glimmer- und Hornblendegneisplatten zu Hunderten zählen und selbst zwei bis vier Meter große derartige Blöcke sind hier keine Seltenheit. Die steilen, hohen Hänge der Schlucht sind von wagrecht verlaufenden Schotterterrassen gekrönt, welche auf den hier stellenweise sehr gut aufgeschlossenen Schichten der unteren Süßwassermolasse (Sandsteine und Mergel) diskordant aufruhend. Solche gewaltige Irrblöcke lassen sich in Menge längs des St. Wendelinbaches und seiner kleinen Zuflüsse weit

hinauf am Südostabhange des Pfänders verfolgen, fast bis zur Höhe der neuen, nach Langen führenden Straße.

Daß gerade in diesem Winkel eine so ungeheure Masse großer Wanderblöcke angehäuft worden ist, findet seinen Grund wohl darin, daß der Rheingletscher bei seinem Vordringen gleich anfangs an dem vorgelagerten Bergriegel des Pfänders ein ausgiebiges Hindernis vorfand, wodurch eine örtliche Stauung eintrat, die eine teilweise Ablagerung der rechten Seitenmoräne zur Folge hatte. So entstand im Tale des heutigen St. Wendelinbaches eine Art von Stirn- moräne, über welche der neu entstandene Seitenast des Hauptgletschers seinen Weg nahm. Die außerordentlich reichliche Anhäufung des Schuttes der Seiten- moräne dauerte solange, bis der Rheingletscher derart angewachsen war, daß der Pfänder und die benachbarten Höhenzüge seiner Fortbewegung keinen wesentlichen Widerstand mehr entgegenzusetzen vermochten. Nachher, beim Rückzuge des Gletschers, haben die zu Tal stürzenden Schmelzwasser einzelne der großen Gesteinsblöcke aus der Grundmoräne herausgewaschen, eine Arbeit, welche später der St. Wendelinbach mit seinen Gehilfen übernommen und durch Jahrtausende bis zum heutigen Tage fortgesetzt hat.

Abgesehen von Wanderblöcken, Moränenresten und Schotterterrassen, welche im Gebiet des Pfänders ausreichend vertreten sind, gelten als untrügliche Anzeichen ehemaliger Vergletscherung einer Gegend die sogenannten *Rundhöcker* und die Gletscherschrammen an Felsen. Wenn Gletscher über anstehendes Gestein sich hinwegschieben, so werden vorspringende Klippen zugerundet, glatt geschliffen und zugleich durch die im Gletschereis eingefrorenen harten Steine geritzt (geschrammt); es entstehen die Rundhöcker mit den so bezeichnenden Schrammen, welche unmittelbar die Bewegungsrichtung des Gletschers angeben. Ganz unzweifelhafte Rundhöcker sind im behandelten Gebiete nicht bekannt. Am meisten Ähnlichkeit mit ihnen hätte die oberste Nagelfluhbank am Berg Isel und an der untersten Terrasse bei Lochau. In der Nähe ihres Abbruch- randes erscheint die Oberfläche stark abgenützt und ausgeebnet, so daß man bei ihrem Anblick an Gletscherschliff denken könnte. Der Umstand jedoch, daß über manche der geglätteten Stellen der Nagelfluh viel begangene Fuß- wege unmittelbar hinwegführen, läßt den Gedanken eines glazialen Ursprunges nicht recht aufkommen. Sehr wahrscheinlich ist es, daß eigentliche Rundhöcker unter der schützenden Rasendecke noch verborgen liegen. Wenn im Bereiche des Pfänders Rundhöcker aufgefunden werden, so gehören sie gewiß der Nagelfluh an. Denn wegen des bedeutenden Festigkeitsunterschiedes zwischen Molassesandstein und Nagelfluh haben jedenfalls schon zu Beginn der Eiszeit die Nagelfluhbänke allein die Decke der Terrassen gebildet, sodaß nur sie allein durch den über sie hingleitenden Gletscher zu Rundhöckern umgestaltet werden konnten, nachdem die über ihnen liegenden weichen Sandsteinschichten bereits während der Pliozänzeit durch Erosion abgetragen worden waren.

Der Sandstein war der Einwirkung des Gletschers lediglich an den Steil- wänden der Abbruchstellen ausgesetzt. Wegen seiner geringeren Widerstands-

fähigkeit wurde er vermutlich hiebei weit stärker abgenützt, so daß die Nagelfluhdecke vielfach unterwühlt wurde. Als dann die Eismassen im Schwinden begriffen waren, werden die überhängenden Teile der Nagelfluhschichten ihren Halt verloren haben und in die Tiefe gestürzt sein, wo wir sie jetzt aus dem Gehängeschutt herausragen sehen. Vielleicht ereigneten sich diese mitunter bedeutenden Felsstürze bereits in der auf die Haupteiszeit folgenden Zwischeneiszeit.

Wenn wir die Veränderungen überblicken, welche der Pfänder während der Diluvialzeit erlitten hat, so beruhen dieselben einerseits auf einer Abtragung, andererseits auf einer Zufuhr an Gesteinsmaterial durch den Gletscher. Daß die Eismassen des Rheingletschers, namentlich zur Zeit seiner größten Ausdehnung, gar manchen Felsblock aus seinem Gefüge gerissen und mit sich fortgeführt haben, unterliegt gar keinem Zweifel, doch fehlt uns zur Bemessung der Größe dieser Abtragung jeglicher Maßstab. Vielleicht ist gar manches, was wir auf Rechnung einer Erosion durch fließendes Wasser während der Pliozänzeit setzen, wegen des eigentümlichen Schichtenbaues des Berges ein Werk des Gletschers. Weit günstiger steht die Sache bezüglich der Beurteilung der aufbauenden Tätigkeit des Gletschers. Die an den Abhängen des Pfänders in bedeutender Höhe noch vorhandenen Reste unveränderter Grundmoräne und ehemaliger großer Schotterterrassen geben uns Anhaltspunkte dafür, in welchem gewaltigen Mantel von Moränenschutt der Berg zur Eiszeit gehüllt war, der nachträglich bis auf die erwähnten kleinen Reste durch Erosion wieder verschwunden ist.

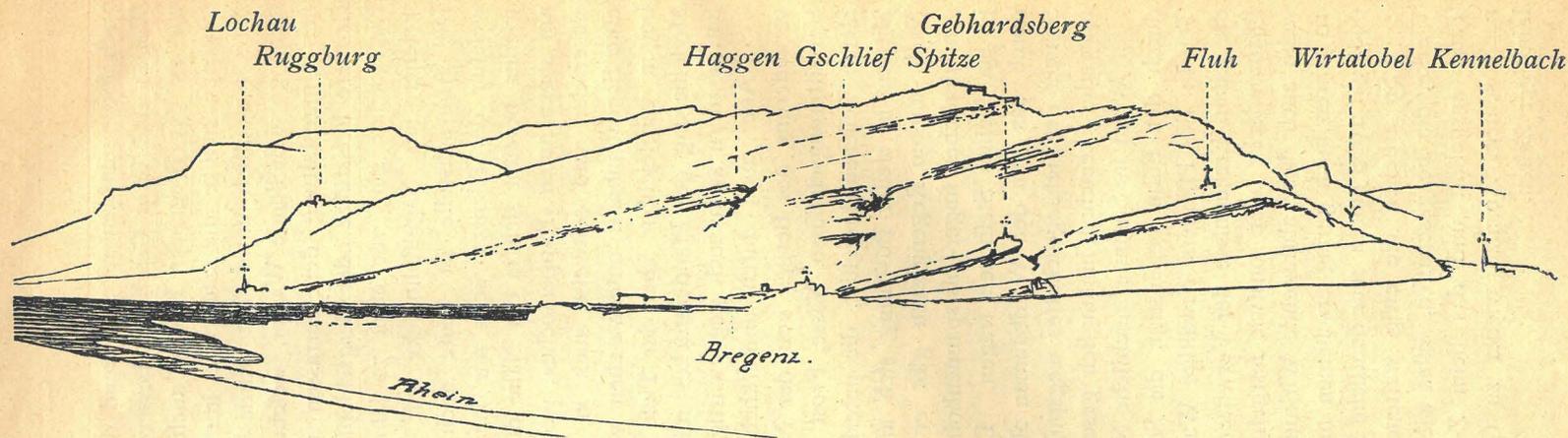
Noch wollen wir zu erklären versuchen, wie die steilen Abbrüche längs der Westseite des Pfänders zustande gekommen sein mögen. Denken wir uns seine oberen Schichten der ersten Terrasse, welche am »Gschlif« etwa 300 m über dem See abgebrochen erscheinen, in ihrer jetzigen Lage und Richtung verlängert, so würden sie erst in bedeutender Entfernung vom gegenwärtigen Ufer in den See hinabtauchen und in einer noch größeren würden die darüberliegenden Schichten den Seespiegel erreichen. Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß der Bodensee nach den Forschungen der Geologen erst nach Beginn des Diluviums, nämlich in der ersten Zwischeneiszeit, entstanden ist, als das Schmelzwasser des großen Gletschers, angestaut durch die hohen Endmoränen, sich in der sogenannten »zentralen Depression« dauernd ansammelte. Demnach könnte ein Anschneiden der Pfänderschichten durch den See erst von dieser Zeit an in Betracht kommen. Der erste Anbruch derselben ist aber wahrscheinlich im Miozän oder Pliozän durch eine Grabenversenkung erfolgt, welcher das Rheintal seine Entstehung verdanken dürfte und welche den Zusammenhang der Vorarlberger mit der Schweizer Molasse unterbrochen hat. Als dann der Bodensee entstanden war, fand er schon eine felsige Steilküste vor, die er erfolgreich bearbeitete. Die unterwaschenen Schichten brachen ab, die herabgestürzten Blöcke wurden durch die Macht der Wogen zerkleinert und als Sturmböcke gegen die Küste geschleudert. Besonders wo die weichen Sandsteinschichten der Brandung ausgesetzt waren, wird das Werk der Zerstörung

rasch fortgeschritten sein, während die festen Nagelfluhbänke dem Anprall der Wogen und ihrer Geschosse besseren Widerstand zu leisten vermochten, wie wir an der Bregenzer Klause auch jetzt noch sehen. Im Laufe der Jahrtausende mußte die Steilküste immer mehr gegen den Berg zurückweichen. Sehr wesentlich unterstützt wurde der See in seiner Arbeit durch das vom Gehänge abfließende Wasser, welches gegenwärtig, und schon seit langem, an der Umgestaltung der Terrassen und ihrer Abbruchstellen allein tätig ist. Größere Felsstürze oder Bergschlüpfe sind dadurch oftmals eingeleitet worden. Ein solcher ging vor etwa 70 Jahren (1831) am sogenannten Gschlif nieder, welcher uns Nagelfluhböcke mit Eindrücken ihrer Geschiebe geliefert hat. Die Abbruchstelle ist heute noch als kahle, steile Felswand sichtbar, an welcher der Pflanzenwuchs nur langsam festen Fuß fassen kann. Und schon wieder bereitet sich in der Nähe dieser Stelle ein neuer Felssturz vor, nämlich am sogenannten »Rappenloche«, wo durch die erodierende Wirkung des herabsickernden und zeitweise auch in gewaltiger Fülle herabstürzenden Wassers eine Sandsteinbank unterwaschen wurde, welche jetzt einem langen Brückenbogen vergleichbar über der Tiefe hängt. Dies sind Beispiele dafür, daß die Modellierung des Pfänderstockes mit der Eiszeit keineswegs ihr Ende erreicht hat, sondern auch noch gegenwärtig fort dauert.

Aber auch durch unmerkliche Kleinarbeit sozusagen wird die Formveränderung des Berges von der Natur stetig betrieben. Durch verschiedene Verwitterungseinflüsse, Nässe, Frost und Wind, werden vom weichen Sandstein kleine Teilchen losgelöst, die unterhalb der Abbruchstellen als lehmig-sandige Massen in steiler Böschung sich anhäufen und unseren Gehängeschutt bilden. Nach starken Regengüssen gibt er in Waldhohlwegen Anlaß zur Entstehung sehr zierlicher, finger- bis spannenhoher Erdpyramiden, welche auf ihrem Scheitel je ein kleines Steinchen tragen. Diese leicht vergänglichen Gebilde entstehen durch das von den Waldbäumen abtropfende Regenwasser, welches die obere Schicht des Gehängeschuttes wegpült bis auf jene Reste, welche durch ein aufliegendes Steinchen hinlänglich geschützt sind.

Wenn im Sommer reichliche Niederschläge sich einstellen oder im Winter, durch den Föhn begünstigt, die Schneeschmelze rasch erfolgt, stürzen in den Tobeln des Pfänders gewaltige Wassermassen laut tosend zu Tal und reißen die feinen Erzeugnisse der Verwitterung, soweit sie nicht durch die schützende Pflanzendecke oder sonstwie festgehalten werden, als Trübe mit sich fort. Und wenn auch diese abtragende Wirkung der abfließenden Tagewässer selbst nach 10 Jahren noch gering erscheinen mag, so wird sie doch nach Ablauf von 100 oder gar 1000 Jahren sehr deutliche Spuren im Antlitz des Pfänders zurücklassen.

So arbeiten die ewig waltenden Kräfte der Natur unablässig daran, die Werke, die sie geschaffen, selbst wieder zu zerstören. Berge werden abgetragen, Täler ausgefüllt und das beim Zerstörungswerk gewonnene Material dient, nach seinem Absatze wieder zu Gestein verfestigt, zum Aufbau der Berge künftiger Zeiten.



Dieses Übersichtsbild des Pfänderstockes verdanke ich der Gefälligkeit meines Freundes, Herrn Professor Schrempf. Es ist aus größerer Entfernung aufgenommen worden, und zwar aus Südwest von einer kleinen Anhöhe bei Au in der Schweiz und soll im wesentlichen die Form des Berges und die wichtigsten im Aufsätze genannten Örtlichkeiten zur Darstellung bringen. Als der dem Beschauer nächstliegende Punkt des Pfänders ist der Gebhardsberg zu betrachten. Die links vom Kirchlein eingetragene Felswand fällt nordwärts, die Felswand unterhalb und rechts davon steigt gegen Osten (genauer OSO) an. Wir überblicken also die West- und Südseite des Pfänders. Die Schichtung des Berges kommt durch die angedeuteten Abbruchstellen der Terrassen hinlänglich zum Ausdruck. Jene sanft ansteigende Linie, welche am Südfuße des Pfänders gezogen ist, gibt die Lage der neuen, über den Wirtatobel nach Langen führenden Straße wieder. Unterhalb und etwas rechts vom Gebhardsberg verläuft sie oberhalb des »falligen Baches«, einer Aufschlußstelle des hellgrauen, oligozänen Molassesandsteins. Das »Gschlif« ist etwas weiter rechts vom Striche anzusetzen, in der Einsenkung, unterhalb welcher die schwebende Felsbank des »Rappenloches« eingetragen erscheint.

