

Die Gesteine der ersten und zweiten dieser Epochen, denen sich aber in Bezug auf dieses Verhalten in den Alpen- und Karpathenländern auch die der Eocenformation anschließen, sind, wie schon erwähnt, vorzugsweise in den Nebenketten der Hochgebirge u. s. w. entwickelt; sie zeigen meist gestörte und aufgerichtete und nur selten in ursprünglicher Lage befindliche horizontale Schichten.

Auch innerhalb des Gebietes dieser älteren Sedimentgesteine sind übrigens vielfach krystallinische Massengesteine verbreitet, deren eruptive Natur durch die Art ihres Vorkommens ersichtlich ist und die man darum auch als Eruptivgesteine bezeichnet. Zu jenen der paläozoischen und mesozoischen Epoche gehören insbesondere die kieselsäurereichen (sauerer) Felsitporphyre, die sich von jenen der archaischen Periode nicht wesentlich unterscheiden, dann die sogenannten Augitporphyre und Melaphyre, die einen relativ geringeren Gehalt an Kieselsäure besitzen, daher basische Gesteine genannt werden und sich durch dunkle Farbe und Neigung zur Mandelsteinbildung auszeichnen.

Im Tieflande, in den Ebenen und breiteren Thalniederungen endlich sind vorzugsweise die Gebilde der Neogen-, dann der Diluvial- und Alluvialformation verbreitet. Sie haben in den meisten Fällen die horizontale Schichtenstellung, in welcher sie ursprünglich abgelagert wurden, noch unverändert beibehalten und sind auch weit seltener zu festen Gesteinen erhärtet als die Ablagerungen der älteren Formationen.

Mit größerer Intensität noch als zur mesozoischen Zeit machte sich in unseren Gebieten, namentlich im nördlichen Böhmen, dann in Ungarn und Siebenbürgen die vulkanische Thätigkeit zur Neogenzeit bemerkbar. Ihr Erzeugniß sind wieder saurere Gesteine, die Trachyte, die ähnlich wie die älteren Porphyre in einer felsitischen Grundmasse Krystalle von Feldspath, oft auch von Quarz, dann von Hornblende, Augit u. s. w. ausgeschieden enthalten, und die basischen Basalte, die durch meist dichte Structur, hohes specifisches Gewicht, dunkle Farbe und ihre Neigung zu säulenförmiger Absonderung ausgezeichnet sind. Ihre häufigsten Bestandtheile sind Augit, Feldspath, Magnet Eisenstein und Olivin, öfter aber auch ist der Feldspath durch Leucit, Nephelin u. s. w. ersetzt.

Wenden wir uns aber nun zu einer etwas eingehenderen Betrachtung der einzelnen Gebirgsgruppen. Über ihre Vertheilung und Anordnung gibt der orographisch-hydrographische Theil dieses Werkes eine Übersicht. Wir schließen uns in der Gliederung unseres Stoffes dieser Übersicht an und beginnen mit den

Alpen.

Der selbe Unterschied, der sich schon orographisch so deutlich erkennbar macht, der Unterschied zwischen der Centralzone und den nördlich und südlich angelagerten Nebenzonen, spricht sich auch, und zwar noch deutlicher in der geologischen Constitution aus.

Wir werden zunächst die erstere zu betrachten haben, in den Nebenzonen aber weiter noch mehrere Specialgebiete, und zwar die Grauwackenzonen, die nördlichen Kalkalpen, die Wiener Sandsteinzone und die südlichen Kalkalpen, denen sich die auf unser Staatsgebiet fallenden Gebirge des Balkansystems unmittelbar anschließen, abgesondert behandeln.

1. Centralzone.

Die Centralalpen oder die krystallinische Mittelzone der Alpen besteht durchwegs aus Gesteinen der archaischen Epoche, unter welchen allerorts die krystallinischen Schiefergesteine über die krystallinischen Massengesteine weitaus vorwalten. Die Grenzlinie übrigens, welche dieselben von den Sedimentgesteinen scheidet, stimmt nicht überall genau mit jener überein, welche man vom orographischen Standpunkte zwischen den Centralalpen und den Kalkalpen gezogen hat. So finden wir beispielsweise auf der Karte Seite 27 die Gruppen des Hochschwab und der Weitsch, die aus mesozoischen Kalksteinen bestehen, noch der Centralzone zugezählt, anderseits sind die ganzen Ortler Alpen und die Adamello-Gruppe, sowie im Osten das Bachergebirge, obgleich sie zum Theil oder ganz aus krystallinischen Gesteinen bestehen, mit der südlichen Nebenzone vereinigt, und analoge Abweichungen ergeben sich auch an anderen Stellen. Auch mag hier gleich hervorgehoben werden, daß, wenngleich die Centralzone das eigentliche Herrschfeld der archaischen und die Nebenzonen jenes der Sedimentgesteine bilden, sich doch einerseits beträchtliche Massen der letzteren, an manchen Stellen der mittleren Kette, in isolirten Schollen über den krystallinischen Gesteinen vorfinden, wie z. B. an der Landesgrenze in den Ortler Alpen oder am Brenner, oder endlich auf der zu den steirischen Alpen gehörigen Stangalpe, und daß anderseits an manchen Stellen der südlichen, nicht aber auch der nördlichen Nebenzonen Inseln krystallinischer Gesteine aus den umgebenden Sedimentgesteinen emporragen. Die wichtigsten der letzteren auf unserem Staatsgebiete sind der gewaltige, von krystallinischen Schiefergesteinen umgebene Granitstock der Cima d'Alta in Südtirol, der schmale Zug von Glimmerschiefer, welcher der Einsenkung des Gailthales in Kärnten folgt, im Westen aber mit der Centralzone doch in Verbindung steht, und ein ähnlicher langer und schmaler Zug von krystallinischen Schiefer- und Massengesteinen, der südlich von der Karavankenkette, den Längsthälern der Miß und Savoria entlang, fortstreicht.

So wenig wie in der Bodenplastik, ebensowenig zeigt sich auch in der geologischen Zusammensetzung im Gebiete der Mittelzone eine regelmäßige, dem westöstlichen Hauptstreichen des ganzen Gebirges folgende Anordnung. Hier wie in anderen Gebieten hat man erkannt, daß von den drei Hauptarten der krystallinischen Schiefergesteine der Gneiß das tiefste und älteste, der Glimmerschiefer das nächst jüngere und der Thonschiefer das jüngste Gebilde ist. Keines dieser Gesteine aber erscheint, der ganzen Erstreckung der Centralkette

entlang, in regelmäßig fortstreichenden Zonen. Es bedarf Karten von großem Maßstabe, um die Art ihrer Vertheilung ersichtlich zu machen, und viel zu weit würde es uns führen, wollten wir versuchen, dieselbe ins Einzelne zu verfolgen. Nur eines wollen wir andeuten: in dem westlicheren Theile unserer Alpen und noch mehr in den Schweizer Alpen zeigen sich häufig ausgedehnte, mehr weniger elliptisch geformte Gebirgsstöcke, die aus den ältesten Gesteinsarten, Gneiß, oder wie namentlich in den Schweizer Alpen, dem sogenannten Protogyn, einem Gneiß, in welchem der Glimmer durch ein grünes, talkartiges Mineral ersetzt ist, bestehen. In ihren mittleren Theilen zeigen diese als „Centralstöcke“ bezeichneten Massen eine granitartige Structur, nach der Peripherie zu stellt sich deutlicher und deutlicher Schieferung und Schichtung ein, und mantelförmig sind sie dann weiter von den Gesteinen der sogenannten Schieferhülle umgeben, in der unter Anderem auch die sonst wenig verbreiteten Chlorit-schiefer, Talk-schiefer, dann krystallinische Kalksteine u. s. w. reichlich vertreten sind. Die größte dieser Centralmassen auf unserem Gebiete ist jene der Tauern, deren Schieferhülle man beispielsweise bei einer Wanderung durch das Fuscher-, Kauriser- oder Gasteinerthal durchschreitet, während weiter im Süden der Centralgneiß zu den dominirenden Höhen des Hochnarr, Ankogel, Hafner-spiz u. s. w. sich erhebt.

Anderer derartige Centralmassen kann man in den Gebirgen der Östhaler-Gruppe und im Selbrettagebirge erkennen, und auch in dem östlichsten Theile unserer ganzen Zone an der Südseite des Wechsel-Rosaliagebirges hat man noch eine analoge Anordnung der Gesteine nachgewiesen.

Hier im Osten senken sich die immer mehr an Höhe abnehmenden krystallinischen Gesteine allmählig unter die bedeckende Hülle jüngerer und jüngster Sedimentgesteine. Der mittlere Theil der Centralzone findet schon an der Grazer Bucht in den Umgebungen von Köflach, westlich von der genannten Stadt, seinen Abschluß. In nordöstlicher Richtung streichen aber die krystallinischen Schiefer in einem zusammenhängenden Zuge fort über den Wechsel und das Rosaliagebirge, und in der gleichen Richtung tauchen dann die kleinen krystallinischen Inseln der Rusterberge und des Leithagebirges empor, welche sichtlich die Verbindung mit den krystallinischen Stöcken der Karpathen herstellen. Ein analoger Zug erstreckt sich südlich von Graz nach Südost. Zusammenhängend noch ist derselbe im Poskrub- und Bachergebirge bis gegen Marburg und Windisch-Feistritz zu verfolgen, und weiter reihen sich in gleicher Richtung die krystallinischen Inseln des Agramer Gebirges, des Moslaviner Gebirges, des Slavonischen und des Peterwardeiner Gebirges an, welche zu den ausgedehnten archaischen Gebieten in Serbien, dem Banate und Siebenbürgen hinüber führen.

Echte krystallinische Massengesteine sind, wie schon erwähnt, in unseren Alpen verhältnißmäßig nur sehr untergeordnet entwickelt. Die bedeutendsten Partien derselben finden sich in der Adamello-Gruppe, in welcher der sogenannte Tonalit- oder Adamello-

granit, ein, wie sich aus den Wirkungen, die er auf die umgebenden Nebengesteine ausgeübt hat, ergibt, jüngeres aus Plagioklas, Quarz, schwarzem Glimmer und Hornblende bestehendes Gestein, in einer geschlossenen, noch weit über die Landesgrenze hinaus ausgebreiteten Masse zu Tage tritt; weiter in der Cima d'Alta nördlich von Strigno in Tirol, dann in den nördlichen Umgebungen von Brixen, wo ein ansehnlicher östlich bis über Brunek hinaus fortstreichender Zug von echtem Granit zu Tage tritt, endlich in den Kottenmanner Tauern und im Bachergebirge, die ebenfalls größere Granitstöcke einschließen.

In den westlicheren Theilen der Alpen, wo dieselben zu den höchsten Gebirgsmassen aufgestaut erscheinen, zeigen sich auch die größten Verwicklungen im Gebirgsbau. Vergeblich, so scheint es, mühte sich bisher der Scharfsinn und oft auch die Phantasie der Geologen ab, die Faltungen, Überstürzungen und Knickungen der Schichten, die Verschiebungen, Brüche und Verwerfungen ganzer Gebirgstheile in dem wilden Chaos der Felsmassen, deren ursprünglichen Zusammenhang eine ungezählte, Jahrtausende hindurch thätig gewesene Erosion noch unkenntlicher gemacht hat, im Einzelnen zu entwirren und zu erklären. Wir müssen uns hier damit begnügen, in der fortschreitenden Abkühlung des Erdballs selbst und in der durch sie bewirkten Contraction, welche eine Zusammenschiebung der starren Außenrinde und Gebirgsaufstauung zur Folge haben mußte, also in der letzten Ursache der plastischen Gestaltung der Erdoberfläche überhaupt auch die der Gestaltung der Alpenkette zu erkennen, ohne in das Detail der widerstreitenden Meinungen einzugehen, welche bezüglich der einzelnen Episoden in der Geschichte des Baues unseres Gebirges herrschen.

Dieser Bau des Gebirges, die Schieferung und Schichtung der vorwaltenden Gesteine, die Art der Verwitterung der letzteren, die von ihren mineralogischen Bestandtheilen abhängig ist, endlich die Erosion bedingen einerseits die äußeren Formen des Gebirges und andererseits seine Eignung für den Pflanzenwuchs und damit auch seinen culturellen Werth für die Bewohner.

Die Zeichnung der Krimler Tauern gibt ein treffliches Bild von der Physiognomie der Gipfel und Thäler in dem Hochgebirge unserer Centralalpen. Oft in längeren Zügen an einander gereihte Pyramiden, Spitzen und Zacken, meist nach der einen Seite entsprechend der Neigung der Schichten in mehr weniger steilen Platten abfallend, an der entgegengesetzten Seite, wo die Schichtköpfe zu Tage stehen, in zerrissenen Formen abstürzend, dazwischen enge, seltener von senkrechten, häufiger von steil abfallenden Wänden begrenzte Thäler bilden den Charakter derselben, der sich auch, wengleich in gemilderten Formen, in den minder hoch ansteigenden Gebirgen im östlichen Theile unserer Kette zu erkennen gibt.

Die Verwitterung, die hauptsächlich nach Maßgabe des größeren oder geringeren Quarzgehaltes langsamer oder rascher vorschreitet, erzeugt namentlich bei den Feldspath



Die Drimlfer Tauern.

führenden Gesteinen einen thonigen fruchtbaren Boden, der aber doch der steil geneigten Gehänge wegen nur wenig den Ackerbau lohnt. So sehen wir, abgesehen von den vollkommen sterilen felsigen Hochgipfeln und den mit Firn- und Gletschereis erfüllten Hochmulden und Hochthälern, die höheren Theile des Gebirges über der Baumgrenze von Graswuchs bedeckt, die tieferen meist von Wald, dem leider nicht überall die nöthige Schonung zu Theil wird, bekleidet und nur auf sanfteren Gehängen und auf dem meist schmalen Alluvialboden der Thäler dürftigen Ertrag liefernde Felder.

Auch an Schätzen des Mineralreiches sind unsere Centralalpen durchaus nicht reich. Der einst lebhaft betriebene Bergbau auf Edelmetalle in den Hochgebirgen der Tauern, in welchen sich der Bergmann zum Theil erst durch das Gletschereis den Weg zu dem festen Gestein bahnen mußte, ist meist zum Erliegen gekommen, nicht sowohl infolge eines Ausgehens oder einer Verarmung der Erzlagerstätten, sondern wohl hauptsächlich infolge des Sinkens der Preise der Edelmetalle selbst im Vergleiche zu jenem der Lebensmittel, welcher es unmöglich macht, mit dem Erzeugniß der Arbeit den Preis derselben zu decken. Das einzige Erzvorkommen von wirklich höherer nationalökonomischer Bedeutung in unseren Centralalpen ist jenes von Spatheisensteinen an verschiedenen Stellen, namentlich aber am Erzberg bei Hüttenberg, welches der blühenden kärntnerischen Eisenindustrie zur Grundlage dient. Die mächtige Lagerstätte von Zinkblende und Spatheisenstein, die stellenweise auch Bleiglanz und Kupferkies führt, am Schneeberg im hinteren Theile des Pässeierthales in Tirol hat bei ihrer Ausbeutung mit zu großen Schwierigkeiten zu kämpfen, als daß ein bedeutenderer Ertrag derselben zu erwarten stände, und andere Erzlagerungen wie die von silberhaltigem Bleiglanz bei Laas in Tirol und bei Ober-Feiring in Steiermark, die verschiedene Erze führenden Quarzgänge bei Klausen in Tirol, der Kupferkies, der in mehreren Gegenden im Chloritschiefer eingelagert vorkommt, haben eine mehr nur locale Bedeutung. Von anderen Mineralien wollen wir noch das Vorkommen von weißem krystallinischem Marmor, der sich zu Bildhauerarbeiten eignet, bei Laas und Göflan in Tirol und das von Smaragd im Habachthale in Salzburg erwähnen.

Noch müssen wir, bevor wir das Gebiet der krystallinischen Mittelzone gänzlich verlassen, mit wenigen Worten der Sedimentgesteine gedenken, die innerhalb dieses Gebietes sporadisch sich vorfinden. Die Schollen älterer Sedimentgesteine, die schon früher erwähnt wurden, gehören zum größten Theile der paläozoischen Epoche an. Als eine derartige Scholle ist auch die muldenförmig den krystallinischen Schiefen aufgelagerte Masse von Thonschiefern und Kalksteinen zu betrachten, die am Ostende der Centralkette, in der Grazer Bucht, auftritt und der Hauptsache nach der Devonformation angehört. Von größerer Bedeutung für uns aber sind die Neogenablagerungen, die an mehreren Stellen, namentlich in dem östlichsten Theil der Centralkette, den Grund größerer Thäler in

horizontaler Schichtenstellung ausfüllen. Nicht nur bietet ihre Oberfläche dem Ackerbau eine willkommene Betriebsstätte, sondern viele derselben bergen auch reiche Braunkohlenflöze, welche in den an mineralischem Brennstoffe sonst so armen Alpen von großem Werthe sind. Die meisten dieser Ablagerungen deuten durch die organischen Reste, die sie enthalten, auf eine Bildung durch Absatz aus Süßwasser, nur im Lavantthale in Kärnten enthalten sie Meerconchylien, ein Beweis, daß dieses Thal zur Neogenzeit mit der offenen See in Verbindung stand. Die ihres Kohlenreichthums wegen wichtigsten dieser Ablagerungen sind jene im Mürzthal und im Murthal bei Johnsdorf nächst Judenburg. — Die im orographischen Theile erwähnten Bergterrassen endlich, die in dem Gebiete der Centralalpen, noch verbreiteter in jenem der Nebenzone vorkommen, bestehen aus horizontalen Bänken von mehr weniger festen Conglomeraten und Sandsteinen der Diluvialformation.

2. Grauwackenzone.

Die Grenzen zwischen der Centralzone und den beiden Kalkzonen der Alpen sind, wie schon in dem orographischen Theile hervorgehoben wurde, und zwar deutlicher nordwärts und weniger deutlich südwärts durch ostwestlich verlaufende Längsthäler, die eine nahezu continuirliche Furche in der Masse des Hochgebirges bilden, bezeichnet. Der Untergrund dieser Gebiete wird hauptsächlich von Gesteinen der paläozoischen Epoche eingenommen, unter welchen Kalksteine gegen die vorwaltend entwickelten Thonschiefer, Sandsteine und Conglomerate zurücktreten. Nach einem Trivialnamen, der aber lange schon Eingang in die Wissenschaft gefunden hat und zunächst für die ältesten, oft conglomeratartigen Sandsteine, dann für die ältesten Sedimentgesteine überhaupt angewendet wurde, bezeichnet man die Züge dieser Grenzgesteine als die Grauwackenzone. Ihre weitere Gliederung ist, da sie im Allgemeinen nur selten deutlich erkennbare Petrefacten führen, mit großen Schwierigkeiten verbunden, doch ist es nach und nach gelungen, alle vier paläozoischen Hauptformationen in denselben nachzuweisen. Ihre geringere Festigkeit im Vergleiche mit jenen der krystallinischen Silikatgesteine der Mittelzone einerseits und den dichten massigen Gesteinen der Kalkzonen andererseits begünstigte die Erosion und veranlaßte in dieser Weise die Ausfurchung jener langgestreckten Tiefgebiete, welche für die Alpenbewohner eine außerordentlich hohe culturelle Bedeutung besitzen. Die breiten, tief eingesenkten Thalböden mit sanfteren Gehängen bieten einerseits die einzigen größeren Flächen für die Besiedlung und den Ackerbau im Innern des Gebirges und erleichtern andererseits die Anlage von Verkehrswegen, welche naturgemäß hauptsächlich den Thälern folgen.

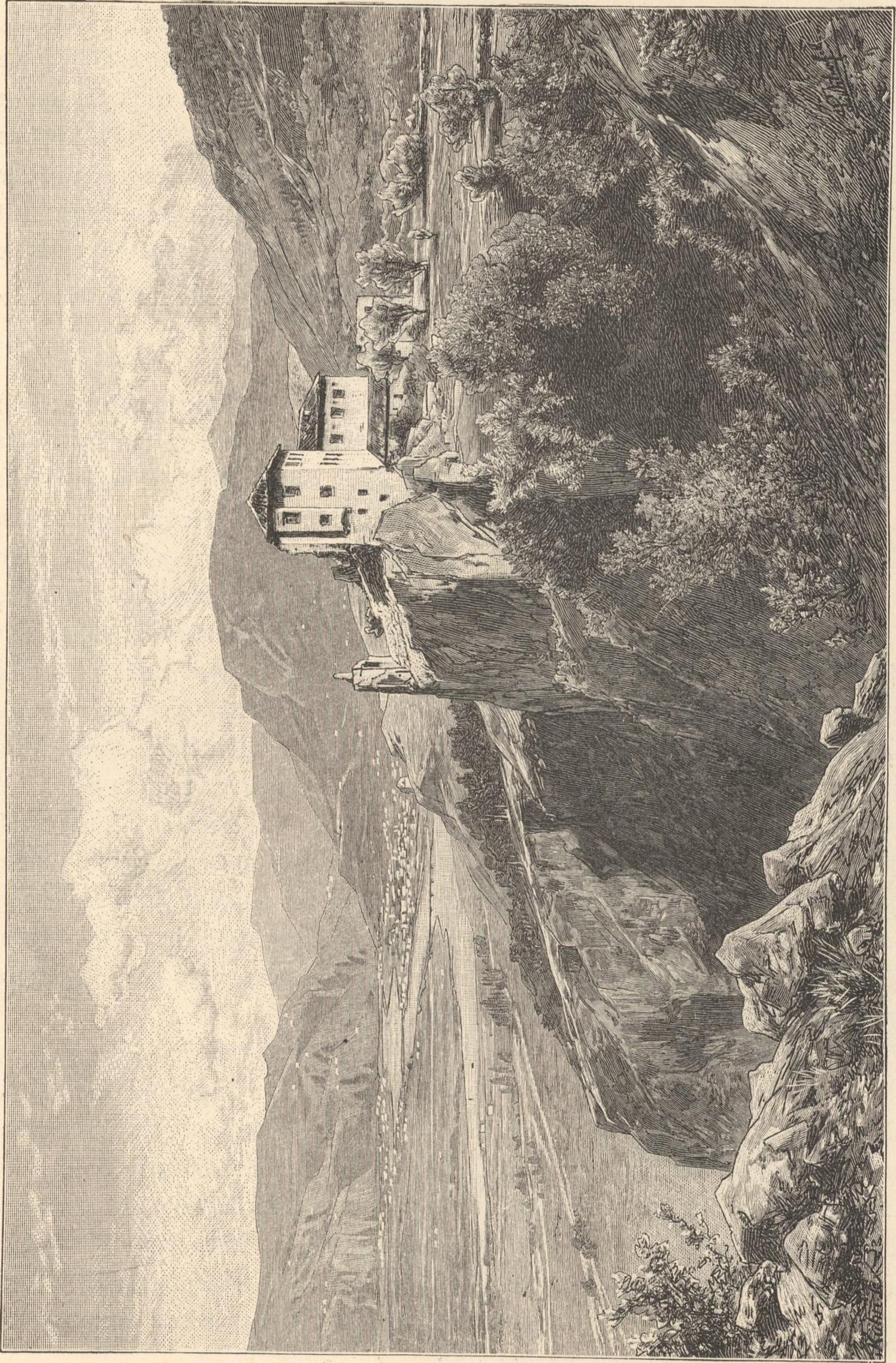
Aber auch in bergmännischer Beziehung birgt namentlich die nördliche Grauwackenzone reiche Schätze, ja wohl die reichsten der Alpen überhaupt. Ihr gehören die berühmten Spath Eisensteinvorkommen an, die sich aus der Gegend von Reichenau, am Fuße des

Schneeberges verfolgen lassen über Neuberg, die Beitsch, das Feistereck, Eisenerz, wo sie am Innerberger Erzberge sozusagen ihren Culminationspunkt erreichen, dann weiter über die Umgegend von Radmer, Admont, Liezen, Werfen, Dienten bis Pillersee und Schwaz in Tirol. Die Erze, die zu den besten der Welt gehören, finden sich in mächtigen Lagern und Lagerstöcken, zum Theil auch in Gängen, zumeist in Begleitung von Kalksteinen in den oberen Schichten der Silurformation; ihre Ausbeutung, die schon zur Römerzeit betrieben wurde, ist noch heute in stetem Aufschwung begriffen. Auf denselben Lagerstätten wie die Spatheisensteine und zusammen mit ihnen findet sich häufig Kupferkies, doch selten in bauwürdiger Menge. Wichtiger sind die Lagerstätten dieses Mineralen im Thonschiefer, die bei Kallwang in Steiermark, bei Mitterberg und Zell am See in Salzburg und bei Ritzbüchel in Tirol einbrechen.

Einer anderen, und zwar nach der jetzigen Auffassung der Dyasformation gehören die Lagerstätten von silberhaltigen Fahlerzen an, die bei Schwaz in Tirol im Kalkstein auftreten. Im Mittelalter, trotz der mangelhaften technischen Hilfsmittel, durch einen mit bewunderungswürdiger Energie betriebenen Bergbau ausgebeutet, lieferten sie den berühmten Augsbürger Kaufherren und späteren Grafen Fugger einen Theil ihrer großen Reichthümer; später kamen aber auch diese Bergbaue in Verfall und in neuerer Zeit mit großen Kosten unternommene Versuche, sie wieder ertragfähig zu machen, blieben leider erfolglos.

Anderer minder wichtige Erzvorkommen übergehend wollen wir nur noch erwähnen, daß in den Umgebungen von Schottwien nicht unbedeutende Brüche zur Gewinnung von Gyps im Betriebe stehen, und daß am Semmering sowohl wie an einigen Stellen in Steiermark Magnesit in der Grauwackenzone auftritt, der zur Erzeugung feuerfester Materialien benützt werden kann, aber bisher nur wenig Verwendung findet, endlich daß auch die Graphitlager, die an einigen Stellen in Steiermark in der Umgegend von Rottenmann ausgebeutet werden, nicht, wie früher angenommen wurde, der archaischen, sondern der paläozoischen Periode angehören.

Schon früher wurde erwähnt, daß die südliche Grauwackenzone in weniger Regelmäßigkeit verlaufe als die nördliche. Die größten Störungen in derselben werden hervorgerufen durch ein den Nordalpen völlig fremdes Element, den eruptiven Porphyry, der mit seinen festen Gesteinen und seinen Tuffen in Südtirol in den Umgebungen von Bozen auf weite Strecken hin den Charakter der Landschaft, aber auch den des ganzen Gebirgsbaues beherrscht. Die aus der Gegend von Marburg bis gegen Brixen und Meran, dem Nordende des Porphyrygebietes, nahezu ostwestlich verlaufende Grenze zwischen den krystallinischen Schiefen und den Sedimentgesteinen erhält von Meran ab eine südsüdwestliche Richtung und biegt erst wieder westlich von Riva auf italienischem Gebiete nach Westen um. Der Porphyry von Bozen gehört der Dyasformation an; er bildet, im Ganzen betrachtet, ein



Die Hieselburg bei Bozen.

massiges Hochplateau, welches durch tief eingeschnittene wilde Schluchten zertheilt ist, auf seinen Flächen und gerundeten Bergkuppen aber, wie das vorstehende Bild solche von der Haselburg bei Bozen aus gesehen zur Darstellung bringt, eine reiche Vegetation trägt. Die ursprüngliche Farbe des Gesteins ist graugrün, das dunkle Roth, mit welchem die Felswände gegen das Weiß der umliegenden Kalkgebirge so auffallend abstechen, ist eine Folge der Verwitterung, der das Gestein rasch unterliegt. Auf das Innigste verbunden mit dem Porphyr sind allerorts aus den Trümmern desselben entstandene rothe Conglomerate und Sandsteine, die man als Berrucano und als Grödener Sandstein bezeichnet.

3. Nördliche Kalkzone.

Aus irgend einem der großen Längsthäler der nördlichen Grauwackenzone nach Norden blickend, gewahren wir im scharfen Gegensatz zu den sanfteren, mit Wald oder Weidegrund bedeckten Lehnen im Süden nahezu senkrecht aufsteigende nackte weiße Wände mit steilen Schuttkegeln an ihrem Fuße, die aus Kalksteinen bestehen. Sie bilden den prallen Südabsturz des breiten Berggürtels, den man unter dem Namen der nördlichen Kalkalpen begreift. Diese Kalksteine setzen infolge ihrer auch in verschiedenen geologischen Horizonten sehr ähnlichen petrographischen Beschaffenheit, sowie einer seltenen, meist nur auf einzelne isolirte Stellen beschränkten Petrefactenführung wegen früher einer detaillirteren Gliederung große Schwierigkeiten entgegen; ohne sie weiter in Stufen abzutheilen, bezeichnete man sie mit einem Collectivnamen als „Alpenkalk“. Gegenwärtig sind aber diese Schwierigkeiten größtentheils überwunden. Man hat erkannt, daß alle Formationen von der Trias- bis hinauf zur Eocenformation in dem Alpenkalk vertreten sind, und namentlich die, wenn auch meist wenig mächtigen Zwischenlagen von schieferigen, mergeligen oder sandigen Gesteinen haben es erleichtert, auch die kartographische Trennung der einzelnen Formationsstufen fast allerorts mit befriedigender Sicherheit durchzuführen. Bezüglich einer eingehenderen Darstellung dieser Stufen oder einer Erörterung der Gliederung der ganzen Kalkzone müssen wir auf geologische Specialwerke verweisen.

Das tiefste Glied des ganzen Schichtencomplexes bildet ein glimmerreicher, schieferiger, meist roth oder bunt gefärbter Sandstein, der sogenannte Werfener Schiefer, der überall an der Grenze zwischen den paläozoischen Gesteinen der Grauwackenzone und den mesozoischen der Kalkalpen auftritt, aber auch vielfach in Ausbrüchen im Gebiete der letzteren selbst entblößt ist. Durch seine allerorts gleich bleibende petrographische Beschaffenheit und eine aus wenigen, aber leicht erkennbaren Arten bestehende Fauna ist dieser meist wenig mächtige, der untersten Trias angehörige Schichtencomplex uns zu einem wahren Ariadnefaden geworden, mit dessen Hilfe wir uns in dem Labyrinth der Kalkgebirge zurechtfinden.



Die Hochschwab-Gruppe in Steiermark.

Die Hauptmasse der Kalksteine selbst wird durch verschiedene Glieder der oberen Trias und durch die Gesteine der rhätischen Stufe gebildet. In den außeralpinen Gebieten in Nordeuropa besteht die obere Trias, der sogenannte Keuper, aus sandig-mergeligen Schichten, die zumeist als Land- oder Süßwasserbildung erscheinen, und die rhätische Stufe besteht daselbst aus einem nur wenige Meter mächtigen, aus gleichem Materiale bestehenden marinen Schichtencomplex, der an der Grenze zwischen Trias und Jura auftritt. In unseren Alpen dagegen erscheinen diese Gebilde in ganz anderer Facies-Entwicklung als echt marine Kalksteine, die, wie z. B. die der Trias angehörigen Hallstädter-, Wetterstein- und Gsinokalke oder wie der rhätische Hauptdolomit und der Dachsteinkalk, gewaltige Bergmassen zusammensetzen und deren Mächtigkeit nach Tausenden von Fuß gemessen werden muß. Zwischen ihren Schichten, oder auch als abweichende Facies sie vertretend, zeigen sich übrigens auch an zahlreichen Stellen mergelig-sandige Schichtgruppen wie die Cassianer und Raibler Schichten der Trias oder die Rössener Schichten, die der rhätischen Stufe angehören.

Verhältnißmäßig untergeordnet gegen die genannten Gebilde nehmen Jura, Kreide und Eocengesteine an der Zusammensetzung der eigentlichen Kalkalpen Antheil. Besonders zu erwähnen sind die dem Lias angehörigen sogenannten Adnether Schichten, rothe marmorartige cephalopodenreiche Kalksteine, die von dem Dorfe Adneth bei Hallein, wo sie in großen Steinbrüchen gewonnen werden, ihren Namen haben; sie finden vielfach zunächst in Salzburg und auch weiter im Lande Verwendung zu architektonischen Zwecken; die aus Mergeln und Sandsteinen bestehenden, ebenfalls der Liasformation angehörigen Grestener Schichten, die namentlich in der nördlichen Hälfte des östlichsten Theiles unserer Kalkalpen eine weite Verbreitung erlangen; die der Kreideformation angehörigen Marmore am Nordfuß des Untersberges bei Salzburg, die das Material zu manchen neueren Prachtbauten in München lieferten; endlich die ebenfalls der Kreideformation angehörigen Gosaugebilde, die, zumeist aus mergeligen und sandigen Gesteinen bestehend, den Grund tieferer Thäler und Senkungsgebiete unserer Kalkzone, wie das Brandenbergerthal in Tirol, das Gosauthal bei Ischl, jenes von Windisch-Garsten, von Gams bei Reifling, die sogenannte Neue Welt am Fuße der Hohen Wand westlich bei Wiener-Neustadt u. s. w. ausfüllen.

Wesentlich verschieden von der Physiognomie der krystallinischen Centralalpen ist jene der Kalkalpen. Vielfach sind es ausgedehnte Hochplateaux, wie beispielsweise in der Hochschwab-Gruppe, die in fast senkrechten nackten Steilwänden gegen die tief eingesenkten Thaleinschnitte und engen Felsklammen abfallen. Langsamer und in geringerem Maße als die Silikatgesteine liefern die Kalksteine durch Verwitterung fruchtbaren Boden; bis zu bedeutenden Tiefen herab erscheinen darum häufig nicht nur die Thalgehänge, sondern auch

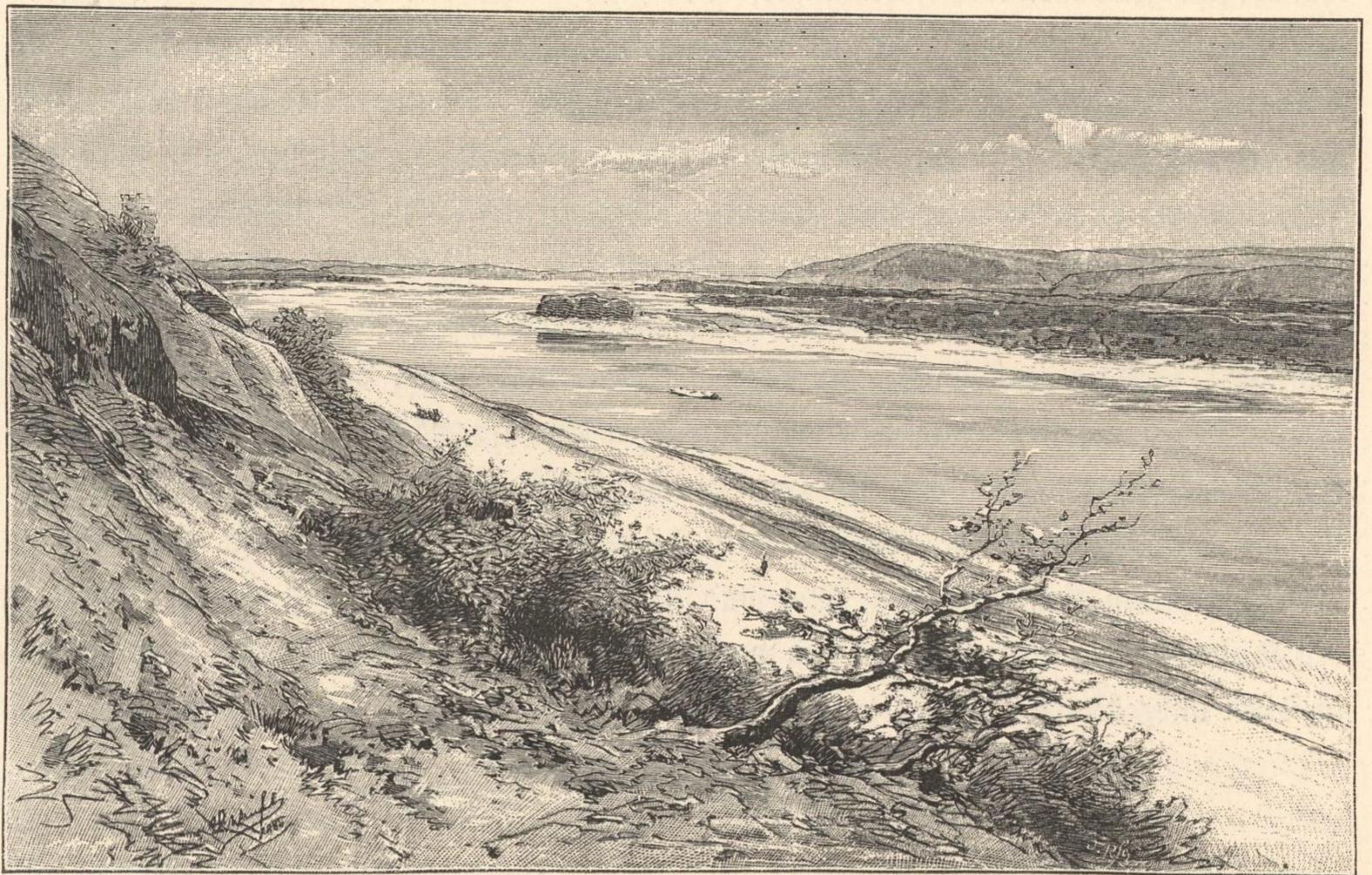
die Plateaux selbst als wilde Steinwüsten mit kümmerlicher Vegetation. Besser bewachsen sind oft nur, abgesehen von den Thalböden, die älteren Schutthalden am Fuße der Steilwände und alle Stellen, an welchen die Kalksteine mergeligen und sandigen Gebilden den Platz räumen.

Von nutzbaren Producten des Mineralreiches, welche die nördlichen Kalkalpen der Thätigkeit des Bergmannes darbieten, ist nur das Salz von höherer ökonomischer Bedeutung, welches in zum Theil schon in vorhistorischer Zeit betriebenen Bergbauten bei Hall in Tirol, bei Hallein in Salzburg, dann bei Hallstadt, Ischl und Nussee im Salzkammergute gewonnen wird. Die Lagerstätten gehören der Triasformation an; sie führen das Salz nur selten in reinem Zustande als Steinsalz, meist ist es innig gemengt mit Thon, aus welchem es durch Auflösung im Wasser und Abdampfen des letzteren als Sudsalz gewonnen werden muß. Der stete Begleiter des Salzes, der Gyps, findet sich weit verbreitet auch an anderen Stellen, zumeist in den Werfener Schiefeln eingebettet und wird vielfach ausgebeutet. Mineralkohle von vortrefflicher Beschaffenheit, aber leider in nur wenig anhaltenden Flözen kennt man nicht allein in den schon früher erwähnten Grestener Schichten, sondern auch in den der oberen Trias angehörigen Lunzer Schichten, ferner in den Gosau-Schichten und in einer der oberen Eocenformation angehörigen Bucht bei Häring in Tirol, welche auch die vortrefflichen hydraulischen Kalksteine liefert die zu Cement verarbeitet werden. Asphalt wird bei Seefeld in Tirol aus den Gesteinen der rhätischen Formation gewonnen, Blei- und Zinkerze endlich brechen an einigen Stellen in den Kalksteinen der oberen Trias und werden namentlich in den Umgebungen von Nassereit in Tirol ausgebeutet.

4. Die Sandsteinzone der Nordalpen.

In scharfem Gegensatz wieder zu den felsigen Gebirgen der Kalkzone erheben sich an ihrem Nordrande sanft gerundete, meist bewaldete, oder wo die Gehänge sanfter werden, von Ackerland und Wiesen bedeckte, an Höhe gegen die Kalkgebirge weit zurückstehende Berge, die in einer Breitenerstreckung von 5 bis 15 Kilometer von Bregenz am Bodensee bis zum Kahlen- und Leopoldsberge bei Wien einen fortlaufenden, nur von den aus den Alpen herabkommenden Querthälern hin und wieder durchrissenen Zug bilden, von welchem man eine Fortsetzung auch noch jenseits der Donau in dem Bisamberge und dem Rohrwalde erkennt. Stundenlang kann man beispielsweise in dem nördlichen Theile des Wienerwaldes, der dieser Zone angehört, umherstreifen, ohne eine hervorragende Felsmasse oder überhaupt ein anstehendes Gestein aufzufinden. Wo immer aber ein Steinbruch oder ein Bacheinriß einen Einblick in das innere Felsgerüste dieser Berge gewährt, da erkennt man immer wieder dasselbe Gebilde: wohlgeschichtete glimmerreiche Sandsteinbänke, die in tausendfacher

Wiederholung mit dünnen Schichten von Mergelschiefer wechsellagern. Dem Geologen ist diese Zone, die sogenannte „Wiener Sandsteinzone“, ein undankbares Gebiet; mit Ausnahme von Abdrücken in den Mergelschiefern, welche die Form von Meeresalgen besitzen, in neuerer Zeit aber als Fährten von Würmern gedeutet werden, liefert sie ihm nur außerordentlich selten Reste von organischen Wesen, aus welchen aber doch nach und nach erkannt wurde, daß in den Gesteinen der ganzen Zone verschiedene Glieder der Kreide-, sowie der Eocenformation vertreten sind. Abgesehen von ihrem Werthe als Culturland bietet aber diese Zone auch wenig Materialien zur praktischen Verwendung; relativ am wichtigsten in



Der Bisamberg an der Donau bei Wien.

dieser Beziehung ist es noch, daß die den Sandsteinen eingelagerten Mergel hin und wieder zur Bereitung von guten hydraulischen Cementen Verwendung finden. — Wir werden später sehen, daß dem Wiener Sandstein sehr analoge Gebilde, wie namentlich der Karpathensandstein in Ungarn und Siebenbürgen, dann der sogenannte Flysch in Bosnien, in anderen Gebieten eine noch weit größere Verbreitung erlangen als in den Alpen.

5. Südliche Kalkalpen und die Gebirge des Balkansystems.

So wie die südliche Grauwackenzone der Alpen einen weniger regelmäßigen Verlauf erkennen läßt als die nördliche, so finden wir auch in den gewaltigen Massen der mesozoischen und älteren känozoischen Gesteine, welche die Südflanke unseres Gebirges



Die Sella-Gruppe bei Campitello.

bis zu der weitgedehnten lombardisch-venetianischen Tiefebene bilden, orographisch und geologisch einen noch complicirteren Bau als in den Nordalpen.

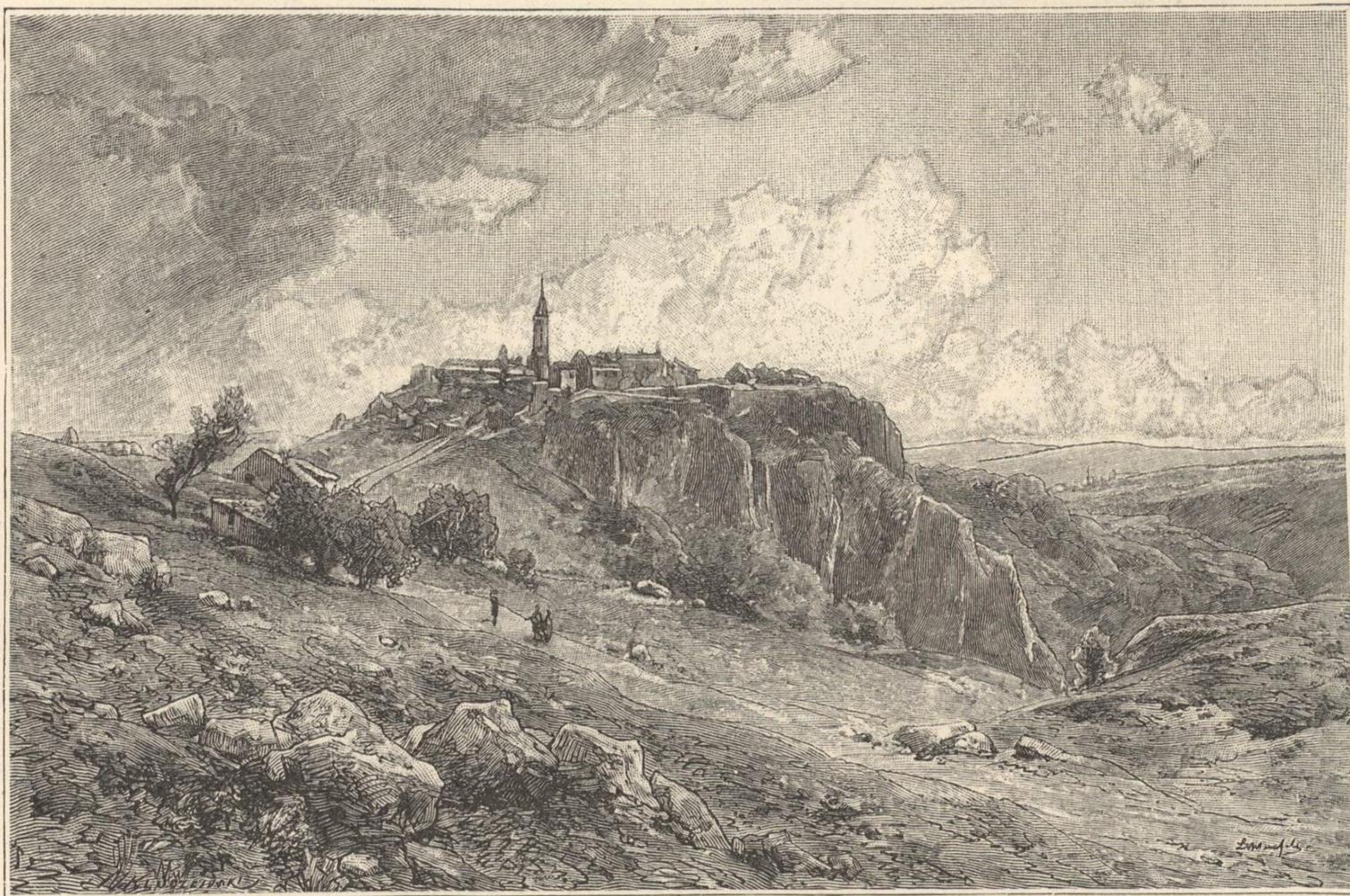
In dem westlichsten auf unser Staatsgebiet entfallenden Theile der Zone, in Sudfrien und im Etschgebiete, herrschen nordnordöstliche Streichungsrichtungen, weiter in den südlichen und östlichen Umgebungen des Bozener Porphyristockes haben wir es mit einem, man möchte sagen chaotischen Gewirre von jüngeren Sediment- und Eruptivgesteinen zu thun, und erst mit den carnischen Alpen stellt sich das regelmäßige westöstliche Streichen ein, welches nun durch die Karavanken, die nördliche Hälfte der julischen Alpen, die Santhaler Alpen und das Bergland von Gillsi anhält bis an die große steirisch-ungarische Ebene, gegen welche unser Gebirge in weit vorspringenden Rissen abbricht.

Diesem westöstlich streichenden Zuge aber schließt sich, einer Linie entlang, welche ungefähr durch den unteren Lauf des Isongo bis gegen Tolmein bezeichnet wird, dann gegen Krainburg und weiter, etwa der Save entlang, verläuft, ein noch ausgedehnteres, im Allgemeinen gleichförmig gebautes Gebirgsland an, welches die südliche Hälfte der julischen Alpen und das Karstplateau, nicht minder aber auch den ganzen Zug der Gebirge von Dalmatien und des Occupationsgebietes umfaßt. Wenn überhaupt, so können wir nur nach der bezeichneten Linie vom geologischen Standpunkte aus eine Scheidung zwischen den Südalpen und den Ketten an der Westseite der Balkanhalbinsel annehmen, während nach geographischen Gesichtspunkten diese Grenze viel weiter nach Südost gelegt wird.

Betrachten wir erst die Südalpen im engeren Sinne des Wortes. Im Allgemeinen herrschen hier dieselben Gesteine wie in den Nordalpen, und die verschiedenen Glieder der Trias und der rhätischen Stufe, die wir in den letzteren kennen gelernt haben, bilden auch in den Südalpen vorwaltend das Material zum Aufbau der gewaltigen Gebirgsstöcke und Gebirgsketten, in welchen oft, wie in der Sella-Gruppe Dolomite die Kalksteine ganz oder theilweise verdrängen. Es sind aber einige unterscheidende Momente leicht zu erkennen. Dahin gehört das schon früher erwähnte Auftauchen von Inseln krystallinischer Gesteine, welche auch auf die Physiognomie jener Theile der Südalpen, in welchen sie das Kalkgebirge unterbrechen, ihren bestimmenden Einfluß ausüben; ferner die bedeutende Verbreitung, welche verschiedene der mesozoischen Zeit angehörige Eruptivgesteine mit ihren Tuffen, namentlich in den durch ihre schroffen Formen so charakteristischen südtiroler Dolomitalpen, in dem Gebiete östlich vom Bozener Porphyristocke, erlangen. Solche sind der Monzonienit und der Turmalingranit von Predazzo, körnig-krystallinische Gesteine, wie man sie sonst nur in der archaischen Epoche zu finden gewohnt ist, weiter Melaphyr und Mugitporphyr und der sogenannte Syenitporphyr, die aber alle erst in der Epoche der Ablagerung der oberen Triasformation die Sedimentgesteine

durchbrochen und vielfach metamorphosirend auf sie eingewirkt haben. Seit Leopold von Buch und Humboldt bis heute ist dasselbe das Ziel der Wallfahrten vieler der bedeutendsten Geologen geblieben, während das Gros der Touristen erst in neuerer Zeit seine unübertroffenen landschaftlichen Reize entsprechend würdigt.

Eine weitere Eigenheit, welche die Südalpen im Vergleiche mit den Nordalpen darbieten, ist das Fehlen einer fortlaufenden Sandsteinzone am Südfuße derselben. In den lombardischen Alpen zwar, vom Lago maggiore bis zum Lago d'Isèo findet man einen, wenn auch schmalen Zug von dem Wiener Sandstein analogen, hier Macigno genannten



St. Canzian am Karst.

Gebilden den Kalkalpen vorgelagert; vom Gardasee ostwärts aber fehlt diese Zone oder ist vielmehr durch meist kalkige Gesteine der Kreide- und Eocenzzeit, die sogenannten Rudisten- und Nummulitenkalken vertreten, die sich in noch weit größerer Verbreitung in den das adriatische Meer in Nordost begrenzenden Bergzügen wiederfinden.

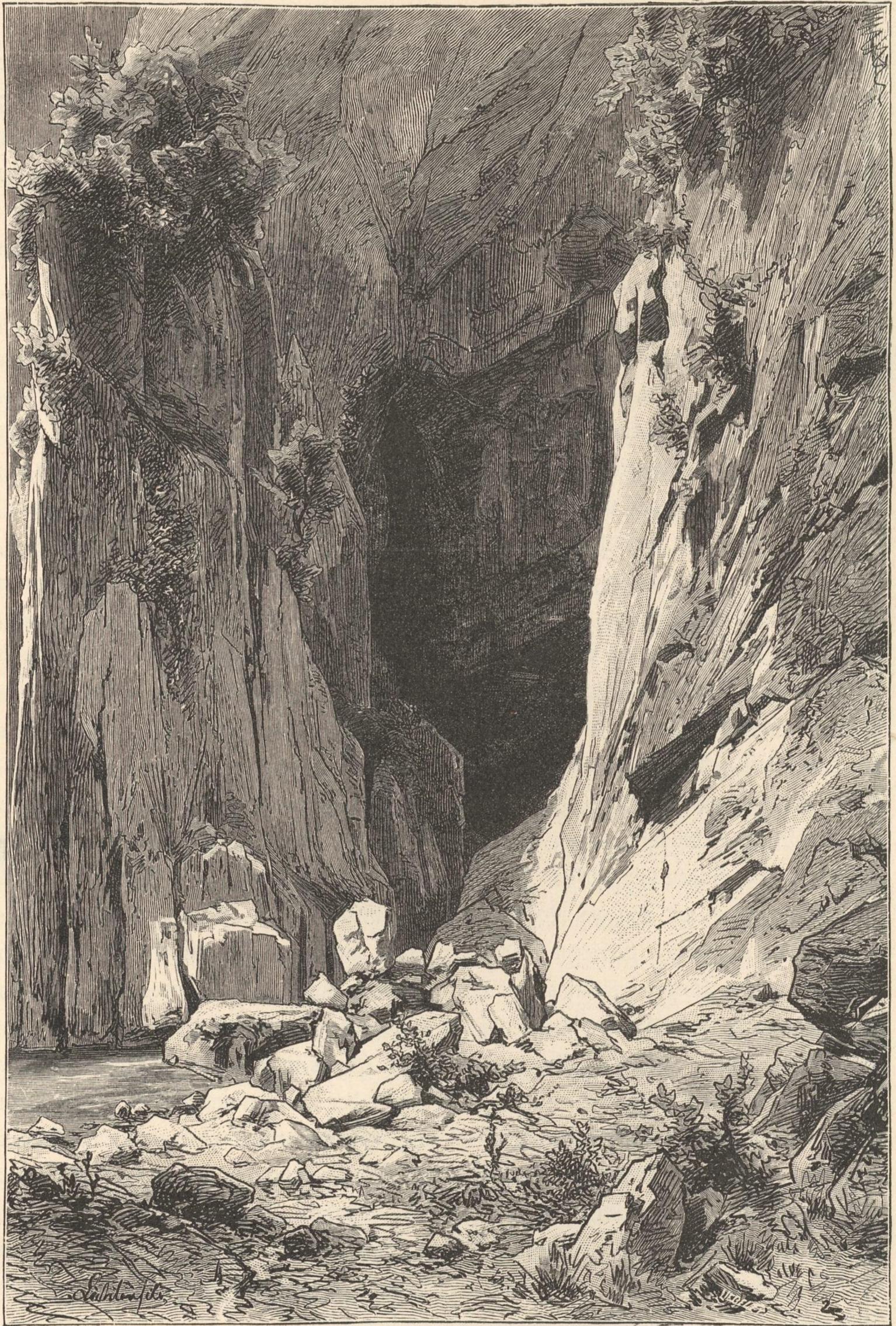
Salz sowohl als auch Kohlen, die wichtigsten Bergbauprodukte der Nordalpen, fehlen den mesozoischen Ablagerungen der Südalpen gänzlich; eine hohe Bedeutung dagegen erlangen hier die Blei- und Zinkerze in den Kalksteinen der oberen Triasformation, und zwar insbesondere in den carnischen und Gailthaler Alpen, sowie in den Karavanen. Das Kärntener Blei, hauptsächlich auf den Werken in Bleiberg und Raibl erzeugt, wird seiner ganz besonderen Reinheit wegen hoch geschätzt.

In dem südostwärts ziehenden Flügel der Südalpen und den untrennbar mit ihm verbundenen Gebirgen des Balkansystems finden wir in vielfach sich wiederholenden Zügen, deren nordwest-südöstliches Streichen allerorts zu erkennen ist, zunächst nur die Fortsetzung jener Gesteine, die man in den Südalpen antrifft.

Bekannt sind die schmalen, langgestreckten Inseln des Quarnero und Dalmatiens, die durch mehr weniger enge Kanäle getrennt dem Festlande vorliegen. Sie sind die über das Meeresniveau emporragenden Kämme des Faltengebirges, dessen Mulden vom Wasser bedeckt sind. Sie bestehen durchwegs aus hellen, oft blendend weißen Kalksteinen, die meist verschiedenen Stufen der Kreideformation angehören, aber fast überall durch Reste einer eigenthümlichen, völlig ausgestorbenen Classe von Schalthieren als Rudistenkalk bezeichnet sind; hin und wieder schließen sich diesen auch eocene Mammulitenkalk an. Betreten wir das feste Land, so finden wir zunächst dieselben Kalksteine theils in weitgedehnten Plateaux, namentlich im eigentlichen Karst, theils wieder in parallelen Bergreihen angeordnet, mit Längsthälern dazwischen, deren vom Meere hier nicht mehr bedeckter Grund von Sandsteinen und Mergeln der Eocenformation ausgefüllt ist. Diese bilden fruchtbare, von üppigen Culturen bedeckte Dasen zwischen den trostlosen Steinwüsten der Karstländer.

Diese Kalkgebirge zeigen aber in typischster Entwicklung jene merkwürdigen Phänomene, welche man mit dem Namen Karsterscheinungen bezeichnet und die durch die gebrachten Abbildungen (Seite 37, 107 und 109) veranschaulicht sind. Eine überall zerrissene und zerschundene Oberfläche, durch die zersetzende Wirkung der Atmosphärien auf das nackte Gestein ausgefurcht, zahllose trichterförmige Vertiefungen, die sogenannten Dolinen, sowie größere eines offenen Abflusses ermangelnde Kessel und blinde Thäler, hin und wieder eine weitgeöffnete Pforte an einer Felswand oder ein gähnender Schlund, der zum Besuche der geheimnißvollen Tiefe einladet. In dieser selbst aber ein Labyrinth von Gängen, Spalten, Grotten und Höhlen mit von der Sonne nie beschienenen rauschenden Gewässern, tosenden Cascaden oder ruhigeren Seebecken, mit jenen zauberhaften Tropfsteingebilden, welchen die erregte Phantasie des kühnen Forschers mitunter die seltsamsten Ähnlichkeiten andichtet, mit einer Fauna blinder Land- und Wasserthiere, welche das Tageslicht scheuen. Endlich finden sich in dem Lehm, der den Boden bedeckt, zahllose Knochen ausgestorbener Säugethiere, unter welchen der Höhlenbär den ersten Rang einnimmt, oft aber auch Reste alter Bewohner unseres eigenen Geschlechtes aus prähistorischer Zeit.

Alles Wasser der sehr reichen atmosphärischen Niederschläge auf den Karstplateaux verschwindet sofort durch die Klüfte und Spalten von der Oberfläche. Auf seinem unterirdischen Wege weitet es durch chemische wie durch mechanische Actionen mehr und mehr



Das Rjeka-Loch bei St. Canzian am Karst.

die Hohlräume aus. Einstürze erfolgen, wenn die Tragkraft der Deckengewölbe nicht mehr ausreicht, und geben sich an der Oberfläche als Dolinen zu erkennen, die, und zwar namentlich wohl an Stellen, an welchen die Wässer auf einem undurchlässigen Gesteinsniveau in der Tiefe sich fortbewegen, allmählig zu blinden Thälern, und sind die letzten Deckengewölbe gefallen, endlich zu offenen Thälern sich umbilden.

Diese Karsterscheinungen sind aber nicht allein an die jüngeren Kalksteine in den Küstengebieten gebunden. Dringen wir von diesen weg weiter in das Innere des Landes vor, so stoßen wir auf Kalksteine älteren Datums, die übrigens in ihrem petrographischen Habitus so wenig Verschiedenheit von den ersteren zeigen, daß nur der glückliche Fund seltener Petrefacten zu ihrer sicheren Altersbestimmung führt. Die Hauptmasse derselben gehört wie in den Alpen der Triasformation an, und daß auch sie der Karsterscheinungen nicht entbehren, dafür geben die oberen Triaskalke in der Umgebung des Girknicer Sees, in welcher dieselben mit zur vollkommensten Entwicklung gelangen, ein evidentestes Beispiel.

Erst unter dem Triaskalk tauchen, und zwar hin und wieder schon in den vorderen, in weit größerer Verbreitung aber in den inneren Ketten Werfener Schiefer und unter diesen paläozoische Gesteine, meist wieder Schiefer, die theilweise eine ziemlich hochkrystallinische Beschaffenheit besitzen, empor. Mit diesen Gebilden, die schon in Krain und im kroatischen Küstenlande in ausgedehnten Partien zu beobachten sind, namentlich in Bosnien aber zu mächtigen selbständigen Zügen sich entwickeln, ändern sich der Charakter der Landschaft und die Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit. Statt der Felsgebirge der Kalksteine, die übrigens — wie der Birnbaumer und Tarnowaner Wald in Krain, dann auch manche Gebiete in Bosnien zeigen — durchaus nicht von Natur aus zu absoluter Sterilität verdammt sind, finden wir sanftere Formen und vielfach ackerbaufähigen Boden.

Man kann mit einigem Rechte die paläozoischen Ketten in Bosnien als die Axe eines bilateral gebauten Gebirges betrachten, denn an der Nordostflanke schließen sich denselben wieder jüngere Sedimentgebilde an. Unter diesen aber befindet sich eines von ganz besonderem Interesse. Es ist der auf der geologischen Karte von Bosnien als Flysch-complex bezeichnete Zug von Gesteinen, der von Glina in Kroatien mit zunehmender Breite südostwärts streichend die nordöstlichen Theile des Occupationsgebietes zum größten Theil zusammensetzt. Dieser Complex besteht aus Sandsteinen von analoger Beschaffenheit wie jene, welche wir als Wiener Sandstein und Macigno bereits kennen gelernt haben; nicht nur aber sind dieselben hier häufiger mit reineren Kalksteinen in Verbindung, sondern es sind ihnen auch allerorts zahlreiche und mächtige Züge von Serpentin und Gabbrogesteinen eingelagert, welche allen anderen analogen Sandsteingebieten unserer Monarchie fehlen, in ähnlicher Weise aber in den Macignosandsteinen der Apenninen bekannt sind.

Erwähnen wir noch, daß im östlichen Bosnien in den Umgebungen von Srebrenica ein gewaltiger Stock von trachytischen Gesteinen die paläozoischen Schiefer durchbricht, und daß sich im Innern des Landes zahlreiche größere und kleinere mit neogenen Süßwasserschichten ausgefüllte Becken vorfinden, die sowohl durch ihren fruchtbaren Boden als auch durch eine reiche Braunkohlenführung eine hohe Bedeutung erlangen, so haben wir wohl die wichtigsten Momente bezüglich des Gebirgsbaues des uns beschäftigenden Gebietes verzeichnet.

An Mineralschätzen ist dies Gebiet als reich zu bezeichnen. Die Quecksilberlagerstätte von Idria in Krain, die zweitwichtigste von Europa, gehört demselben an, und in Bosnien wurden in den wenigen Jahren seit der Occupation, abgesehen von zahlreichen Fundpunkten von Fahlerzen in paläozoischen Schichten, außerordentlich ausgedehnte Flöze von Rotheisensteinen, namentlich bei Bares, dann bauwürdige Lagerstätten von Kupfererzen bei Majdan und von Antimon bei Fojinica aufgefunden. Kalksteine der Triasformation umschließen bedeutende Lager von Manganerzen, die Serpentine des Flyschgebietes sind reich an Chromerzen, der Trachyt von Srebrenica endlich wird von einem System paralleler Gänge mit Blei- und Silbererzen durchzogen, die schon zur Römerzeit, dann wieder im Mittelalter in Abbau standen und nach den bisherigen Untersuchungen zu den besten Hoffnungen für die Zukunft berechtigen.

Die Karpathen.

Ungeachtet der großen Verschiedenheit des tektonischen Baues, welchen die Karpathen im Gegensatz zu den Alpen darbieten, eine Verschiedenheit, die schon aus der früher gegebenen Schilderung ihrer orographischen Verhältnisse deutlich zu erkennen ist, zeigt doch das Gesteinsmateriale, aus welchem sie aufgebaut sind, abgesehen von den in den Alpen beinahe gänzlich fehlenden Trachytgesteinen, eine so große Übereinstimmung mit jenem der letzteren daß vom geologischen Standpunkt beide als zusammengehörig, als Theile des großen südeuropäischen Gebirgssystems, welchem auch die Pyrenäen, die Apenninen und die sämtlichen Gebirge der Balkanhalbinsel angehören, aufgefaßt werden müssen.

1. Archaische Inseln und ihre Vorlagen.

Die ältesten archaischen Gesteine, welche in den Karpathen zu Tage treten, bilden hier nicht die Mittelzone eines bilateral oder symmetrisch gebauten Gebirges wie in den Alpen; sie erscheinen vielmehr als größere und kleinere Inseln und Inselgruppen, die aus den jüngeren Sedimentgesteinen emporragen.

Eine zahlreiche Gruppe derartiger von einander isolirter Inseln bildet, wenn man so sagen darf, das Skelet der oberungarischen Karpathen; eine zweite tritt am südöstlichen