VERŒFFENTLICHUNGEN DER SECTION LEIPZIG DES DEUTSCHEN UND ŒSTERREICHISCHEN ALPENVEREINS No. 2.

ALPENTUNNEL UND ALPENÜBERGÄNGE.

VORTRÄGE GEHALTEN 1881

VON

M. VON SÜSSMILCH GEN. HÖRNIG,

OBERSTLIEUTENANT z. D.

VERŒFFENTLICHT DURCH A. G. LIEBESKIND.
LEIPZIG, 1882.

DAS ÜBERSETZUNGSRECHT IST VOM VERFASSER VORBEHALTEN.

DAV Deutscher Alpenverein

Alpentunnel und Alpenübergänge.

In dem ausgedehnten Gebiete der Alpen ist kein einziger Gebirgszug, welcher nicht vielfach erstiegen und erkundet, nach allen Richtungen hin durchklettert, und in seinem Kamme überschritten worden wäre. Der Gebirgswanderer und der Alpenjäger sind es hauptsächlich, welche Bahn brechen und die unbekanntesten Uebergänge aufsuchen, um über das Gebirge in seinem Haupt- oder seinem Nebenzuge zu gelangen. Neue Uebergangspunkte kennen lernen, unerstiegene Gipfel erklimmen, den Zusammenhang der Gebirgsketten und Höhenpunkte studiren, ihre geologischen und geognostischen Verhältnisse erforschen, Niveau-Unterschiede beobachten, vergleichen oder messen, den Standort der verschiedenen Pflanzen und Pflanzenfamilien erkunden, oder endlich dem Wilde in bisher niemals erreichte Schlupfwinkel folgen — ist ihr Ziel.

Auf diese Weise sind durch hohe und steile Gebirgsäste getrennte Thalpunkte mit einander in Verbindung gebracht worden; selbst solche, die vorher in keiner Beziehung zu einander gestanden hatten.

In allen Theilen der Alpen haben jedoch die Bewohner der verschiedenen Haupt- und Nebenthäler einen gewissen Ver-

kehr mit einander unterhalten, sobald beide Seiten der Bergabhänge bewohnt waren. Die versteckttesten Thalwinkel haben nicht nur durch oder neben unzugänglichen Thalöffnungen mit der Aussenwelt in Verbindung gestanden, sondern auch über die einschliessenden Gebirgszüge hinüber; auch schon dann, wenn jenseit derselben zusagende Weide- und Jagd-Gründe lagen. Noch heute giebt vielfach das Uebergreifen des Gemeinde- und Privat-Besitzes über selbst bedeutende Gebirgszüge hinüber, den Beweis, dass schon die ersten Ansiedler von den beiden Seiten des Gebirgskammes Besitz ergriffen, und die Höhe des Gebirgszuges an sich keine unüberschreitbare Grenze bildete.

Nächst diesen weit in die Vorzeit zurückreichenden Thatsachen, ist es aber auch bekannt, dass schon in frühen Jahrhunderten regelmässig besuchte Uebergänge über Haupt- und Nebenketten der Alpen bestanden, und dass die Römer bei ihren Strassenbauten sich an schon betretene Linien anschlossen. Titus Livius und Polybius nennen schon vier Uebergänge aus Gallia cisalpina nach Gallia transalpina, unter diesen die Via Taurinia, aus dem Thale der Dora Riparia in das Thal des Arc, über den piccolo Moncenisio, auf dessen die Sattelhöhe bildender Hochebene Madelina aller Wahrscheinlichkeit nach das Heer Hannibals beim Uebergange über die Alpen lagerte. Im Ganzen zählt man, vom Col d'Argentera ostwärts gehend, siebzehn Römerstrassen über den Hauptkamm der Alpen. Es sind dies die Strassen über Col d'Argentera (Col de Parche), über den Mont Genèvre, von Cesanna dem Laufe der Dora Riparia folgend, oder mit der Gabelung über den Col de Sestrières in das Thal des Clusone übergehend; die Strasse über den Mont-Cenis, über den kleinen St. Bernhard, über den grossen St. Bernhard, über den Gotthard, den Splügen, die Maloja, den Reschen-Scheideck, das Toblacher Feld, über den Colle di Monte Croce, aller Wahrscheinlichkeit nach der Pass über den Plecken, aus dem Thale von San Pietro in das Thal des Gail, und nicht der Pass über den Kreutzberg, aus dem Padolathale in das Sextenthal. Ferner die Strasse über den

Deutscher Alpenverein DAV

Tarvis oder Ponteba (der Pass von Saifnitz), über den Predil, über den Lohitsch (Pass vom Birnbaumer Wald oder Podkrey) und über das Promontorium von Istria (»via militare bellissima« wie das Werk des italienischen Generalstabes »Le Alpi que cingono l'Italia« sagt.).

Wenn nun auch im Mittelalter der Werth und die Bedeutung der einzelnen Alpenübergänge mancherlei Verschiebungen erlitt, und die Frequenz derselben in ihrem Umfange wechselte: so spricht doch die Errichtung der verschiedenen Hospize sehr eindringlich dafür, dass man die betreffenden Alpenstrassen nach Möglichkeit in gangbarem Zustande zu erhalten suchte. Das älteste der Hospize ist aller Wahrscheinlichkeit nach das im 9. Jahrhundert von Ludwig dem Frommen gegründete Hospiz auf dem Mont-Cenis-Uebergange. Bernhard von Menthon stiftete 962 das Hospiz auf dem grossen St. Bernhard, Graf Humbert von Briançon 1340 das Hospiz auf dem Mont-Genêvre, während das Hospiz auf dem Gotthard im 13., das auf dem Simplon im 15., das Hospiz Santa Maria in luco Magno (dem Lukmanier), das Hospiz auf dem Radstadter Tauern, das Hospiz St. Christoph auf dem Arlberge, das Hospiz Santa Maria auf dem Wormser Joch, das Hospiz auf dem Septimer, auf der Grimsel, auf der Bernina, das Spital am Semmering, das Spital am Pyhrn und Andere mehr, alle im frühen Mittelalter entstanden, um dem das Hochgebirge Ueberschreitenden Schutz, Unterkunft und Verpflegung zu gewähren. Obgleich für den grössten Theil derselben die Zeit der Stiftung sich nicht mehr nachweisen lässt, scheint doch der Einfluss der Kreuzzüge massgebend gewesen zu sein.

Die Unterhaltung aller Strassenanlagen war seit dem Mittelalter bis in das 18. Jahrhundert hinein eine sehr zweifelhafte geworden. Kleine Gesichtspunkte und kleine Territorien liessen es nicht zu durchgreifenden Massregeln kommen; beim besten Willen waren die alten Strassen, so wie die Anzahl von neuen Verkehrswegen, welche sich neben ihnen gebildet hatten, nur eben nach Möglichkeit gangbar erhalten worden,

und im Allgemeinen gegen Mitte und Ende des vorigen Jahrhunderts in einem solchen Zustande, dass selbst den Anforderungen des noch wenig entwickelten Verkehrs kaum Genüge geleistet werden konnte. Bei den Gebirgs- und vor Allem bei den Alpenstrassen um so weniger, als dieselben während wenigstens fünf Monaten des Jahres durch die klimatischen und atmosphärischen Verhältnisse dem Handel und Verkehr vollständig verschlossen waren.

Es war daher eine grosse That, als Napoleon I. in den Jahren 1800 bis 1806 durch Gianella und Céard die 8 bis 10 m. breite Strasse über den Simplon und 1805 die 6 m. breite Strasse über den Mont Cenis erbauen und mit in Felsen gesprengten, oder gewölbten Gallerieen und zahlreichen Schutzhäusern versehen liess. Der Bau der Simplonstrasse begann auf italienischer Seite 1800, auf schweizerischer Seite 1801. — Die Strasse hat zwischen Sesto Calende und Brieg 611 kleinere und grössere Brücken, 7 Gallerieen, — darunter die 195 m. lange in Granit gesprengte Gallerie von Gondo, die 62 m. lange, ebenfalls durch Felsen gesprengte Gallerie von Algaby, und die mit 11 grossen Fenstern versehene, durchaus gewölbte Gallerie vom Kaltwassergletscher; auf der Nordseite 6, auf der Südseite 3 Schutzhäuser, und nahezu im Scheitelpunkte des Ueberganges das stattliche neue Simplonhospiz, welches erst 1825 vollendet wurde, während 20 Minuten abwärts, nach der Südseite zu, das alte Hospiz steht, ein hoher, viereckiger Thurm.

Mit diesem Strassenbau war das System der alten, schmalen, mit grossen Steigungen geführten Alpenstrassen verlassen. Unter diesen war die Strasse über den Loibl schon 1570 angelegt: die über den Brenner wurde 1772 erbaut, die über den Gotthard 1775 fahrbar gemacht, die über den Arlberg zwischen 1780 und 1790 angelegt. Aber selbst noch in dieser Zeit mussten Wagen auseinander genommen und auf Schlitten oder Saumthieren verladen werden, um über die Passhöhe zu gelangen.

Während der Napoleonischen Herrschaft noch wurde die

DAV Deutscher Alpenverein

Strasse über den Mont-Genèvre in Angriff genommen, und wenig Jahre nach dem zweiten Pariser Frieden entwickelte sich eine lebhafte Thätigkeit im Bau von Alpenstrassen. Dem Bau einer Fahrstrasse über den Splügen und über den Bernhardin (1818 bis 1823) folgte der Bau der neuen Strasse über den Gotthard (1820 bis 1830) und über das Stilfser Joch (1820 bis 1825). Innerhalb des dreissigjährigen Zeitraumes von 1830 bis 1860 wurden die Fahrstrassen über den Reschen, über den Julier, über den Tonale und über Ponteba erbaut; seit 1860 die Albula-, Oberalp-, Bernina-, Furka-, Fluela- und kleine St. Bernhardstrasse über den Hauptkamm der Alpen geführt, ungerechnet zahlreiche Strassenverbindungen über Nebenäste des Gebirges.

Die Passhöhen dieser Strassen charakterisiren das Ansteigen des Gebirgskammes vom Bernardo di Garesia bis zum Uebergange über den kleinen St. Bernhard aus ungefähr 1000 m. Meereshöhe bis zu 2143 m., während im Centrum der Alpenkette die Uebergänge nur in der Maloja auf 1811 m. sinken, im Uebrigen aber über 2000 m. erreichen, im Gotthard und Splügen über 2000 m., im Julier, der Albula und Bernina 2300, in der Fluela- und Furka-Strasse 2400, in der Stelvio-Strasse sogar 2800 m. überschreiten. Ostwärts der Strasse von der Reschen-Scheideck, 1272 m., führt die Brennerstrasse in gleicher Höhe, die Strasse über das Toblacher Feld 150 m. niedriger über den Grat des Gebirges, und nur in der Tauernkette erreichen die Radstadter Tauernstrasse 1739 m., die Rottenmanntauernstrasse 1866 m. Meereshöhe, während die Tauernstrasse vom Katschberg bis 1223 m. sinkt, die Strasse auf den Plecken nur 1356 m. erreicht, die über den Prebühl nur 1207 m.; alle übrigen Gebirgsübergänge aber unter 1000 m. Meereshöhe liegen.

Alle diese neuen Strassenanlagen zeichnen sich durch die bedeutende Breite des Strassenkörpers aus; 6 m. bis 8½ m. gegenüber dem nur 4 m. breiten Zuge der Römerstrassen, und der auf ihnen begründeten Strassen des Mittelalters. Ferner

charakterisiren sie sich durch eine mässige Steigung, 3½ bis zu 5 %, eine der Bildung des Terrains entsprechende Führung des Strassenzuges, und folgedessen durch die Anlage zahlreicher Serpentinen zum Uebersteigen entgegenstehender Thalstufen; bei der Maloja z. B. 28, bei der Gotthardstrasse 46, bei der Stelviostrasse 48. In Verbindung mit der bedeutend erleichterten Bewegung auf diesen neuen Strassen steht aber auch die Sicherung derselben gegen die Gefahren durch Schnee- oder Steinfall. In allen Lagen, welche dem Lawinensturze, dem Steinfall oder anderen Gefahren ausgesetzt waren, wurden Gallerieen und Zufluchtshäuser angelegt.

Die Passirbarkeit der Alpenstrassen steht im engsten Zusammenhange mit ihrer absoluten Erhebung. Man kann annehmen, dass Strassen, welche sich nicht über 1000 m. erheben, von der letzten Woche des April an bis Ende Oktober schneefrei, und folgedessen passirbar sind. Bei 1600 bis 1700 m. Meereshöhe beginnt die Passirbarkeit erst Mitte Mai, und schliesst mit den letzten Tagen des Oktober, während sie bei 2000 m. erst Ende Mai eintritt, um schon Mitte Oktober aufzuhören. Bei einer Erhebung von ca. 2300 m. wird die Strasse erst Mitte Juni fahrbar, und bleibt es in der Regel nur bis gegen Mitte Oktober, während bei 2500 m. die Strasse erst anfang Juli fahrbar wird, und es nur bis Ende September bleibt. — Diese Annahmen, welche mit den thatsächlichen Erfahrungen im grossen Ganzen übereinstimmen, sind jedoch durch örtliche Verhältnisse Veränderungen unterworfen, und die Witterungsverhältnisse im Allgemeinen bringen Verschiebungen des Anfanges und des Endes der Passirbarkeit der Gebirgsübergänge mit sich.

Es ist aber unzweifelhaft, dass auch unter den günstigsten Witterungsverhältnissen der Verkehr über den Gebirgskamm der Alpen auf einen kurzen Theil des Jahres beschränkt bleibt, welcher in der Hauptkette sich nur mit vier bis fünf Monaten bemessen lässt. — Es drängt daher nicht bloss der Strom der Vergnügungsreisenden und Touristen, sondern auch die ganze

DAV Deutscher Alpenverein

Handelsbewegung über die Alpen sich auf diesen kurzen Theil des Jahres zusammen, und wird um so lebhafter und hastiger, je weniger sicher sich die Zeit veranschlagen lässt, während welcher die Verbindung offen bleibt.

Gegenwärtig kann man das über das Alpengebiet ausgebreitete Wege- und Strassennetz auf etwa 92 Chausseen, 57 Strassen, 450 Saumwege, 1350 Passübergänge veranschlagen, ungerechnet etwa 300 bis 400 Jägersteige, Touristenpässe und Gletscherübergänge, welche nur von einzelnen kühnen und geübten Bergsteigern überschritten werden können. Von der Hauptsumme gehen etwa 24 Chausseen, 8 Strassen, 83 Saum-, Maulthier- und Reitwege, und 200 Passübergänge und Fusssteige über den Hauptgebirgskamm.

Der Bau der Fahrstrassen übte auf die Richtung des Verkehrs bedeutenden Einfluss. Die zuerst erbauten Strassen lenkten denselben auf sich, und drohten bisher eingeschlagene Wege veröden zu lassen. Die Gotthard-Strasse, welche bis zu Anfang des 19. Jahrhunderts von allen Alpenübergängen der besuchteste war, obgleich nur Saumpfad, wurde in Folge der Erbauung der Strassen über den Simplon, Splügen und Bernhardin beinahe verlassen, und der Verkehr wendete sich ihr erst wieder nach Vollendung der neuen Gotthard-Strasse zu. Der Moro-Pass vereinsamte seit Anlage der Simplonstrasse, obgleich er bis dahin den Hauptübergang aus dem Wallis nach dem Lago maggiore gebildet hatte; der im Mittelalter stark, und seitdem immer noch hinreichend besuchte Uebergang über den Septimer blieb leer seit dem Bau der Julierstrasse u. s. w. Auch der von der ersten Juliwoche bis gegen Ende September stark begangene Theodulpass, 3322 m., der von etwa 400 Reisenden und 300 Führern überschritten wird — also in den 80 Tagen seiner Passirbarkeit von täglich 10 Personen — würde zu den selten begangenen Gletscherpässen gehören, bildete er nicht für das den Riffelberg belagernde Touristenheer den kürzesten Uebergang aus dem langgestreckten Nikolaithale in das bei Chatillon mündende Val Tornenche. — Andere Gebirgsübergänge vereinsamten in Folge von klimatischen Verhältnissen, oder verschwanden ganz. So ist der Pass Cardinell, zwischen dem Splügen und Bernardin, aus dem Räuen- oder Aräuen-Thale in das Mesoccothal vollständig vergletschert und Wirthshaus und Passweg spurlos untergegangen.

Die grössten Veränderungen in den alpinen Verkehrsverhältnissen sind jedoch durch den Bau von Eisenbahnen hervorgerufen worden und werden erst zum Abschlusse kommen, wenn das Netz der Alpenbahnen vollständig zur Ausführung gekommen ist.

Schon in Mittelgebirgen, d. h. in Bergländern von einer Erhebung bis zu etwa 1500 m., schliesst sich der Bau von Eisenbahnen hauptsächlich an die Thallinien an, und schon in ihnen verlangt die Ueberschreitung der Thäler in ihrer Breite bedeutende Kunstbauten, Dammschüttungen und Ueberbrückungen. Im Hochgebirge gestaltet sich die Führung des Bahntracés in sofern anders, als man mit demselben ausschliesslich auf die Thallinien in ihrer Längenrichtung angewiesen und die Ueberschreitung der Thäler und der zwischen ihnen liegenden Gebirgsrücken in der Queere beinahe vollständig ausgeschlossen ist.

Die zwischen den verschiedenen Hauptthälern befindlichen Gebirgsmassen bieten so bedeutende Bauschwierigkeiten, die Mehrzahl der Nebenthäler ist so dünn bevölkert und folgedessen die Bahnführung durch selbige mit so geringem Erfolge verbunden, dass die Verkehrslinien überhaupt, und nicht blos die Eisenbahnen, nur in der Richtung der Hauptthäler führen.

Die Anlage von Verkehrsstrassen, und die Eisenbahnen sind die Verkehrsstrassen par excellence, bringt im Hochgebirge eine ganze Reihe von technischen Schwierigkeiten mit sich, unter denen die Herstellung einer gleichmässigen, sicher und mit nicht aussergewöhnlichem Kraftaufwand zu bewältigenden Steigung, die Sicherung gegen Schneeverwehungen, Lawinenstürze, Steinfälle, und gegen Rutschungen von Dämmen,

DAV Deutscher Alpenverein

oder des oberhalb der Bahnlinie anstehenden Terrains, endlich die Sicherung gegen Bedeckung des Bahnkörpers durch Schlammströme, Steingeröll oder Felsenabstürze obenan stehen.

Die Hochthäler der Alpen bilden in der Regel mehrere terassenförmige Absätze, deren Gewinnung bei der Anlage von gewöhnlichen Fahrstrassen schon den Bau zahlreicher Serpentinen bedingt, um die Durchschnittssteigung inne halten zu können. Bei dem Bau von Eisenbahnen wird die Ersteigung der einzelnen Thalabsätze noch eine weit grössere Berücksichtigung der örtlichen Details bei Führung des Bahntracés verlangen, da die Maximalsteigung nur 2 % erreichen darf, soll sie überhaupt noch mit einem genügenden Nutzeffekt bewältigt werden. Die Zulässigkeit einer Maximalsteigung bis zu $2^1/_2$ % setzt immer die Beförderung von Transportzügen unter 60 Achsen voraus, und für viele Verhältnisse also die Theilung der Lastzüge bei Beginn der eigentlichen Bergbahn. Man muss überhaupt schon sehr häufig weit ausholen und die Bahnlinie hoch über die Wasserlinie des Thalzuges legen, um die zu überwindende Thalstufe mit einem angemessenen Steigungsverhältniss zu erreichen. Man legt also die Trace an solchen Stellen so hoch, dass man dadurch schon einen grossen Theil der Steigung gewonnen hat, oder man sucht durch Ausbiegung in Nebenthäler das Steigungsverhältniss günstiger zu gestalten, indem man das Tracé verlängert; oder man sucht durch Anlage von Coulissen, d. h. zickzackförmig an der Thal- oder Bergwand hin und zurück führender Strecken, auf welchen der Eisenbahnzug einmal gezogen und einmal geschoben wird, ein gewisses Normalgefäll zu erreichen; oder endlich sucht man durch Spiraltunnel (Kehrtunnel) die verschiedenen Höhenlagen zu gewinnen.

Noch ist zu bemerken, dass die Hochthäler gerade in ihren Terassenabsätzen in der Mehrzahl so schmal und enge sind, dass häufig das Strombett der in der Thalspalte sich herabstürzenden Wassermassen das eigentliche Thal füllt, dessen zu beiden Seiten hoch anstehenden Wände keinen Raum

für die Führung des Strassen- oder Eisenbahnkörpers übrig lassen und dazu zwingen, denselben durch Felsensprengungen und Felsendurchbohrungen zu gewinnen.

Daher führen die Strassen und Eisenbahn-Zufahrtlinien, welche die Richtung gegen den Kamm des Hochgebirges einschlagen, zu einer Reihe von Kunstbauten, welche die Anlage ausserordentlich schwierig, kostspielig und zeitraubend machen. Beinahe jede Alpenbahn-Anlage bringt Beispiele von Ueberbrückungen der in das Hauptthal einmündenden Nebenflüsse, von Dammanlagen, von Felsendurchbrüchen und Tunnels, selbst wenn sie dem Hauptkamm des Gebirges ferne bleibt.

Auf der Zufahrtlinie zum Gotthardtunnel zählt man 5 grössere und 22 kleinere Tunnel, 26 Felsendurchbrüche, so wie gegen 50 grössere Dammschüttungen und Ueberbrückungen auf der Strecke von Immensee bis Göschenen; unter den Tunneln den 1933 m. langen Oelbergtunnel bei Sisikon, den 1471 m. langen Pfaffensprungtunnel, den 1090 m. langen Wattinger Kehrtunnel mit $23{,}_{26}$ m. Steigung, den 1095 m. langen Leggisstein Kehrtunnel mit $25{,}_{25}$ m. Steigung, den 1563 m. langen Naxbergtunnel mit 36 m. Steigung. Auf der südlichen Zufahrtlinie Airolo bis Dirinella-Pino sind 5 grössere und 11 kleinere Tunnel, 34 Felsendurchbrüche und gegen 55 Dammschüttungen und Ueberbrückungen. Unter den Tunneln ist der 1568 m. lange Freggio-Kehrtunnel mit 32 m. Fall, der 1559 m. lange Prato-Kehrtunnel mit 34 m. Fall, der 1508 m. lange Piano Tondo-Kehrtunnel mit 40 m. Fall, und der 1547 m. lange Kehrtunnel von Travi bei Giornico mit 36 m. Fall. Zum Schutze gegen Schneesturz und Steinschlag sind auf der Nordseite 4, auf der Südseite 3 Gallerieen erbaut.

Auf der Simplonbahn sind zwischen Iselle und Domo d'Ossola 7 kleinere und 1 grosser Tunnel, 10 Felsendurchbrüche und 22 Dammschüttungen und Ueberbrückungen auszuführen; zwischen Domo d'Ossola und Arona 2 Tunnels, 10 Felsendurchbrüche und 16 Dammschüttungen und Ueberbrückungen. Diese Beispiele sollen nur ein allgemeines An-

DAV Deutscher Alpenverein

halten geben, welche Schwierigkeiten der Eisenbahnbau im Hochgebirge, selbst bei Führung in einem Hauptthale, zu überwinden hat. Man erkennt schon hieraus, welche Massenbewegung von Erde, Gestein und Felsentrümmern, und welche Riesenbauten von Dammböschungen, Escarpenmauern, Brückenpfeilern, Brücken- und Tunnelgewölben u. s. w. nöthig werden, ehe die Bahnplanie fertig gestellt ist.

In den breiten Thälern der Mur und Drau, der Salzach, des Inn und Rheines, wie der Rhone, sind Baubedingungen und Steigungsverhältnisse natürlich günstige; hier treten nur an einzelnen Stellen Schwierigkeiten ein; sie sind aber sogleich da, sobald man das günstige Terrain der breiten Thalsohlen verlässt.

Im äussersten Osten werden die Alpen durch die Wien-Linzer Eisenbahn mit dem Tunnel von Reckawinkel durchbrochen: südwärts davon durch die Wien-Grazer Eisenbahn mit dem 1407 m. langen Semmeringtunnel, welcher 1854 eröffnet, und seiner Zeit mit Recht als ein Riesenwerk betrachtet wurde. Er ist mit Handarbeit hergestellt; in neuester Zeit ist der 1933 m. lange Oelbergtunnel bei Sisikon ebenfalls vollständig mittelst Handarbeit durchgebrochen worden. Auf der Eisenbahnlinie Wien-Graz liegt auch der kürzeste, und wohl auch lustigste, Tunnel, »das Busserle-Tunnel« bei Baden.

Weiter westlich überschreitet der Eisenbahnpass von Wald, auch Schober-Pass genannt, in dem nur 870 m. hohen Einschnitte zwischen Paltenbach und Sulzbach die Kette der Rottenmann-Tauern. Bis zum Eisenbahnübergange über den Brenner (1272 m.) wird die Hauptkette der Alpen nicht wieder von einer Eisenbahn gekreuzt.

Südwärts derselben stellt der Eisenbahntunnel von Perchau (ca. 900 m. Meereshöhe) die Verbindung zwischen dem Gebiete der Mur und Drau her, der Eisenbahnübergang über das Toblacher Feld (1125 m. Meereshöhe) die Verbindung der Draubahn mit der Brennerbahn. Aus dem Thale der Drau in das Thal der Sau führt der Eisenbahnübergang von

Ratschach, in 760 m. Meereshöhe, und reicht von Tarvis, oder von Saifnitz, in 716 m. Meereshöhe, in das Gebiet des Tagliamento, und mittelst des Eisenbahntunnels vom Predil, in ca. 900 m. Meereshöhe, in das Thal des Isonzo und an die Triestiner Bahn.

Die nördlich der Hauptkette der Zillerthaler und Tauern-Alpen ausgeführten Eisenbahnen überschreiten nur Pässe unter 1000 m.; die Giselabahn den Kamm zwischen Brixen und Kitzbüchl mit ca. 750 m., den Pass bei Hochfilzen mit ca. 950 m., den Pass von Reut, bei Zell am See mit 776 m., den Pass von Grund mit 868 m.; die Rudolfbahn den Pass von Obersdorf zwischen Aussee und Steinach mit etwa 925 m. Nur die Arlbergbahn wird mit ihrem Tunnel eine bedeutendere Meereshöhe erreichen.

Westlich vom Brenner, und zwar bis zum Col d'Argentera ist die Erhebung des Gebirgskammes vom Hauptzuge der Alpen durchgängig über 2000 m., so dass man gar nicht daran denken konnte, ihn vermittelst einer Eisenbahn zu überschreiten. Man machte verschiedene Vorschläge: den eigenthümlichsten wohl der Engländer Brassey, 1858, bei Projektirung der Lukmanierbahn. Derselbe wollte die Eisenbahn auf beiden Seiten bis an den eigentlichen Gebirgsübergang heranführen, also im Rheinthale bis Dissentis, im Brennothale bis Olivone und von da den Gebirgsübergang über den Lukmanier durch Fuhrwerke und hauptsächlich Saumthiere bewerkstelligen.

Dass die Ausführung eines derartigen Vorschlages für den Transport von Personen- und Güter-Massen, und überhaupt für die gleichmässig bewirkte und gleichmässig sicher gestellte Beförderung von Gütern in einem Umfange, wie sie der Handelsverkehr der Länder auf beiden Seiten der Alpen mit sich bringt, keine Lösung in sich schliessen konnte, war bald unzweifelhaft. Man musste sich also entschliessen, das Mittel, welches man bisher nur auf kleineren Strecken angewendet hatte, und welches in bescheidenen Dimensionen schon

DAV Deutscher Alpenverein

von grossen Schwierigkeiten begleitet gewesen war, auf grössere Strecken überzutragen, und die Durchbohrung, oder Durchtunnelung von kleineren Gebirgszügen auch auf grössere Entfernungen und für gewaltigere Gebirgsverhältnisse nicht bloss für zulässig, sondern sogar für nothwendig zu erklären.

Eigentlich besass man schon einen Alpen-Durchbruch oder Tunnel in der an Ort und Stelle »Pertus d'Viso« genannten Traversette, am Südfusse der Meidassa, 75 m. lang, 2 m. hoch, $2{,}_{47}$ m. breit, von 1475 bis 1480 in der Meereshöhe von 3048 m. durch die aus kalkigen Schiefern bestehende Felsenwand durchgeschlagen, und in der neuesten Zeit wieder gangbar gemacht, da ihre Zugänge zum grossen Theile verschüttet waren. Die Höhenlage schliesst allerdings ihre Gangbarkeit für einen grossen Theil des Jahres aus, und ihre Benutzung wird bei den gefährlichen Steinfällen auch in der günstigen Jahreszeit sehr eingeschränkt.

Der erste weiter aussehende Plan beschäftigte sich mit der Durchbohrung des Col de Fréjus.

Im Jahre 1832 legte der Ingenieur Giuseppe Francesco Medail in Bardonnêche dem König Karl Albert von Sardinien den Plan zum Durchstich der Cottischen Alpen behufs Anlage einer Strasse, nicht einer Eisenbahn, und zwar ganz in derselben Weise vor, wie er seitdem ausgeführt worden ist. Dieser Plan wurde als etwas Unerreichbares angestaunt, und auch 1842, als er von der Handelskammer von Chambéry von neuem geprüft und angestaunt war, als unausführbar bei Seite gelegt. Als 1844 der sardinische Deputirte Martinet den Plan zu einem Strassentunnel durch die Montblanckette entwarf, und die Ausführungszeit mit 53 Jahren berechnete, selbst wenn man auf jeder Seite 10 Mineurs ansetzte, fügte er resignirt hinzu: »Man denkt nicht daran, dieses Projekt auszuführen.«

Erst nach dem Bau der Turin-Genua-Eisenbahn und der Vollendung ihrer vier grossen Tunnel, von denen der längste beinahe 5 km. misst, beauftragte die sardinische Regierung den Ingenieur Mauss, einen Belgier, und den Geologen Angelo

Sismonda mit den Vorarbeiten einer Durchtunnelung der Cottischen Alpen.

Unter den Thälern, welche tief in das Gebirge hineinreichen, und zu deren Verbindung es sich nur um den Durchbruch eines mässig breiten Gebirgstockes handelte, waren auf der Ostseite der Cottischen Alpen das Thal der Dora Baltea und ihres Zuflusses, der Grisanche, so wie die Thäler des Orco, der Dora Riparia, der Varaita, und der Maira, auf der Westseite des Hauptgebirgskammes das Thal der Arve, der Isère, des Arc, des Clusone, der Dürance oder ihres Nebenflusses des Guil und das Thal des Oronaye in Betracht zu ziehen.

Die kürzesten Verbindungen würden durch den Gebirgsstock des Montblanc zwischen den Thälern der Arve und Dora Baltea, durch den Col du Mont zwischen den Thälern der Isère und Grisanche, durch den Colle di Galisia zwischen den Thälern der Isère und des Orco, durch den Col de Fréjus zwischen den Thälern des Arc und der Dora Riparia, durch den Col del Besso oder den Col di Malanotte zwischen den Thälern des Clusone und der Dora Riparia, durch den Col d'Agnello oder den Col di San Veran für die Thäler des Guil und der Varaita, durch den Col des Boeufs oder den Col di Feuillas endlich für die Thäler des Oronaye und der Maira herzustellen sein.

Alle Erörterungen ergaben für die Linie durch den Col de Fréjus, oder wie er des naheliegenden Mont-Cenis-Ueberganges wegen seitdem vorwiegend selbst genannt wurde, dem Mont-Cenis-Tunnel die Wahrscheinlichkeit der geringsten Schwierigkeiten, die kürzeste Tunnelstrecke und das weichste Gestein. Als Endpunkte wurden auf sardinischer Seite Bardonnèche, auf französischer Seite Modane festgesetzt.

Die Ereignisse des Jahres 1848 und 1849 drängten die Ausführung der von Mauss bearbeiteten Pläne in den Hintergrund; neue Pläne und Anschläge, Varianten sowohl in Bezug auf die gewählte Linie, als auch in Bezug auf die Ausführung, wurden aufgestellt, besprochen, bei Seite geschoben, bis endlich

DAV Deutscher Alpenverein

die Ausführung des Unternehmens nach dem ursprünglichen Entwurfe in Gang kam.

Die beiden Hauptschwierigkeiten, welche sich dem gleichmässig schnellen Vorschreiten der Arbeit entgegenstellten, die geringen Fortschritte der Handarbeit des Mineurs und die Schwierigkeit der Ventilation der Tunnelstrecke, — abgesehen von der Regelung der Finanzfrage — wurden durch die zur glücklichen Stunde gemachte Erfindung der Bohrmaschine, der Anwendung verdichteter Luft zu ihrem Betriebe, und des Dynamit zur Sprengarbeit, wenigstens in der Hauptsache, beseitigt. Bei dem Betriebe der ganzen Bohrarbeit vermittelst der Hand und Menschenkraft würde man einer langen Reihe von Jahren bedurft haben, um den Durchschlag zu erreichen. Martinet hatte bei seinem Montblanc-Projekt 53 Jahre berechnet, beim Ansetzen von 10 Mineurs auf jeder Seite, einem täglichen Fortschritt von $0{,}385$ m. auf jeder Seite, oder $0{,}77$ m. auf beiden Seiten, einem Jahresfortschritt von $232{,}7$ m. bei 300 Arbeitstagen, bei einer Gesammttunnellänge von 12330 m. — Am Mont-Cenis-Tunnel rückte man mit der Handarbeit thatsächlich bedeutend schneller vor; auf der Nordseite 1857 bis 1862 = 921 m., also bei ca. 1350 Arbeitstagen täglich beinahe $^7/_{10}$ m., auf der Südseite 1857 bis 1860, wo man die Handarbeit verliess, 725 m. in 1050 Arbeitstagen, also täglich über $^7/_{10}$ m. Durch die Verdreifachung der Arbeitsleistung bei Anwendung der Bohrmaschine gewann man täglich bis zu $2{,}7$ m., so dass man wohl Aussicht hatte, in $15\,^3/_4$ Jahren den Durchbruch zu erreichen.

Durch die Anwendung der Bohrmaschinen kam eine ganz andere Bewegung in den Gang der Arbeit. Es wurde durch dieselbe, und ihren Betrieb vermittelst comprimirter Luft überhaupt erst möglich, dem Arbeiter vor Ort frische Luft zuzuführen, die unerträglich heisse Temperatur zu mildern, die Sprenggase zu vertreiben, und die Entwickelung der bei Tunnelbauten vorwiegend zum Ausbruch kommenden Krankheiten, der Rheumatismen, der Krankheiten der Athmungsorgane,

dem sogenannten Tunnelwurm und der Mineurkrankheit vorzubeugen. Wenn auch im Ganzen bei der Anwendung von Dynamit und ihm verwandter Sprengstoffen die Bildung von Kohlenoxydgasen verhältnissmässig gering ist, so ruft doch die hohe Temperatur, welcher der Tunnelarbeiter im Allgemeinen ausgesetzt ist, eine grosse Erschlaffung der Kräfte und hohe Empfänglichkeit für alle nachtheiligen Einflüsse hervor. Der Gesteinsstaub, welcher nach dem Sprengen die Luft erfüllt, die Ausdünstungen zahlreicher Menschen und Thiere, die durch die brennenden Lampen verschlechterte Luft, die bis zur Blutwärme gesteigerte Temperatur — Alles diess trägt dazu bei, den Tunnelarbeiter für die Mineurkrankheit in ihren verschiedenen Gestaltungen empfänglich zu machen.

Die am 30. Juli 1855 patentirte Bohrmaschine von Thomas Barlett, und die zu derselben Zeit von Colladon in Genf erfundene Maschine zur Herstellung und Verwendung comprimirter Luft, wurden von den Ingenieuren Grandis, Grattoni und Sommeiller dergestalt combinirt und verbessert, dass man die comprimirte Luft auf eine grosse Entfernung leiten, den Bohrmaschinen die nöthige Arbeitskraft, und den Arbeitern frische Luft zuführen konnte. Die Sommeiller'sche Bohrmaschine, deren Bohrer in allen Richtungen geführt werden können, arbeitet mit einer Geschwindigkeit von 250 bis 300 Stössen in der Minute, den Bohrer mit jedem Stosse ein wenig um seine Achse drehend, und das Bohrloch selbst durch einen durch den Bohrer einströmenden Wasserstrahl reinigend, der gleichzeitig dazu dient, den Bohrer abzukühlen. Zur Bewegung der Bohrmaschinen wird die Luft auf 4 bis $4\,^1/_2$ Atmosphären Druck verdichtet. Zwei Maschinen, eine jede von 250 Pferdekraft, waren auf jeder Tunnelseite für die Compressionscylinder aufgestellt und wurden durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt.

Am 31. August 1857 begann die Arbeit auf italienischer Seite; König Victor Emanuel entzündete eigenhändig den ersten Sprengschuss.

DAV Deutscher Alpenverein

An beiden Tunneleingängen entstanden in kurzer Zeit ausgedehnte Niederlassungen. Wohnhäuser und Strassen, Küchen und Restaurants, Pferdeställe und Remisen, Magazine für Lebensmittel und für Sprengstoffe, Werkstätten für Reparatur und Wiederherstellung der Werkzeuge und der Maschinen, Lazarethe für Erkrankte und Verwundete, Maschinenhäuser, Materialschuppen u. s. w. bildeten schnell eine improvisirte Stadt, die nach Vollendung des Baues wieder verschwand.

Das Wasser der Bergströme wurde in grosse, gemauerte Canäle gefasst, um zur Arbeit an den Compressoren, die verdichtete Luft in eisernen Röhren geleitet, um zur Arbeit an den Bohrmaschinen geführt zu werden. Ein Gewühl von Tausenden, — Menschen und Thieren — entwickelte sich auf beiden Tunnelseiten. Auf einer jeden arbeiteten im Winter etwa 1500 Mann, im Sommer etwa 2000 Mann täglich, ungerechnet die zahlreichen Arbeiter, welche im Hülfsdienst verwendet und nur vorübergehend an den Werkplätzen anwesend waren. Da aber ein grosser Theil der eigentlichen Tunnelarbeiter mit Frau und Kind sich für die Dauer der Arbeitszeit an den Tunneleingängen niedergelassen hatte, so war ein jedes der Thalenden, bei Modane und bei Bardonnèche, während der Bauzeit mit beinahe 6000 Menschen besetzt.

Grattoni berechnet in seinem Bericht für 1865 den Baugrund für die Werkstätten mit 100,000 Frcs., die Anlage der Wasserzuleitungen mit 250,000 Frcs., die Localitäten für 8 Compressoren mit 240,000 Frcs., die Maschinen mit 480,000 Frcs., die verschiedenen Material-Vorräthe mit 600,000 Frcs., so dass die Vorbereitungen auf jeder Seite 3 volle Millionen beanspruchten, noch ehe ein Meisselschlag am Tunnelbau selbst geschehen war.

Die Arbeiten auf französischer Seite begannen 1858. Der Tunnel ist 12,220 m. lang, meist in Sedimentärgesteinen, vorwiegend in Alpenkalk, und nur 381 m. in hartem Quarz gebrochen. Der Durchschlag fand am 25. December 1870 statt, die Betriebseröffnung am 17. September 1871. Der Tunnel ist 8 m. breit für Doppelgleis und zwei an den Aussenseiten

dahin laufenden Trottoirs angelegt; die Lichtenhöhe des Tunnels beträgt 6 m. Der Tunneleingang bei Modane liegt in 1158 m., der Tunneleingang bei Bardonnèche in 1291 m. über dem Meere; der Scheitelpunkt auf nahezu $^2/_3$ nach der italienischen Seite in 1294 m. Der Fall beträgt auf französischer Seite $1{,}_{67} : 100$, auf italienischer Seite $0{,}_{08} : 100$.

Während des Tunnelbaues wurde das voll ausgebrochene Profil sogleich mit Mauerwerk verkleidet und fertig gestellt. Die Eisenbahnschienen wurden bis dicht vor Ort geführt und die Bohrmaschinen auf ihren Gerüsten an die Stirnwand heran gebracht. Zwischen den Schienen waren in einem tiefen, sorgfältig wieder zugeschütteten Graben die eisernen Röhren für die Luft-, Wasser- und Gasführung, gegen Beschädigungen durch Sprengstücke oder den Einfluss der Temperatur gesichert. — Waren die Bohrer hinreichend tief eingedrungen, so wurden die Maschinen zurückgezogen, die Bohrlöcher geladen und entzündet, nachdem das Tunnelende durch Sicherheitsthüren abgesperrt war. An jeder Bohrmaschine arbeiteten 37 Mann. Die Beseitigung der Sprengstücke, ihre Verladung auf den herangebrachten Waggons, das Freimachen der Tunnelstrecke für den Weitergang der Arbeiten, beschäftigten allein wiederum Hunderte von Menschen-, Thier- und Maschinenkräften.

Bigami giebt an, dass der Tunnel in seiner ganzen Länge mit einem etwa 66 cm. starken Gewölbe von Ziegeln ausgemauert ist.

Die Kosten des ganzen Tunnelbaues betragen 75 Millionen Frcs., von denen Frankreich 26, Sardinien 49 zu decken hatte. Die Arbeitsdauer war ursprünglich auf 25 Jahre festgesetzt; um die Arbeiten jedoch zu beschleunigen, garantirte Frankreich 1862 — also nach der Abtretung von Savoyen und Nizza — für jedes Jahr der früheren Vollendung eine Prämie von 500,000 Frcs. — Sollte man zur Durchbohrung weniger als 15 Jahre bedürfen, so sollte jedes ersparte Jahr sogar mit 600,000 Frcs. bedacht werden. Da der Tunnel in 9 Jahren vollendet wurde, war der pekuniäre Gewinn für Italien ein sehr beträchtlicher.

DAV Deutscher Alpenverein

Seitdem ist die Hauptkette der Alpen nun an der zweiten Stelle und zwar mit einem noch längeren Tunnel durchbrochen worden. Am 24. December 1881 ist der erste Eisenbahnzug auf dem definitiven Gleise des Gotthard-Tunnels von Göschenen nach Airolo gefahren und seit 1. Januar 1882 ein regelmässiger Betrieb eröffnet.

Die Durchbohrung des Gotthard trat verhältnissmässig spät in die Reihe der Alpenbahn-Projekte. Bis tief in die 60er Jahre hinein wurde vorwiegend die Verbindung des Bodensees mit Oberitalien über den Splügen oder den Lukmanier ins Auge gefasst. 1851 kam das Projekt der Gotthardbahn zum ersten Male zur Sprache; seit 1860 machten die Lukmanier-Bahn und die Gotthard-Bahn, seit 1863 noch die Simplon-Bahn sich Concurrenz, bis im Februar 1866 die Entscheidung für den zwischen Brenner und Mont-Cenis in der Mitte liegenden Gotthard fiel. Aber erst 1871 wurde die Ausführung vollkommen gesichert.

Drei Projekte lagen vor. Das erste, von Welti, legte den Tunneleingang in die Nähe von Hospenthal, 1484 m. über dem Meere, die beiden anderen noch weiter hinauf, und erst das später von Bekh und Gerwig bearbeitete vierte Projekt, nach welchem auch der Bau ausgeführt worden ist, legte den nördlichen Tunneleingang in die Nähe von Göschenen in 1109 m. Meereshöhe, den südlichen in die Nähe von Airolo, in 1145 m. Meereshöhe. Zwei Varianten, von denen die erste den Haupt-Tunnel in die Schwebung von 1465 zu 1350 m. verlegte, die zweite den Haupttunnel in die Schwebung von 1220 bis 1194 m., wurden nur theoretisch behandelt. Der Tunnel ist gradlinig, bis auf eine kurze Krümmung vor dem Eingange in das Tessinthal, 14,944 m. lang, und durchgängig 2gleisig, im Lichten $7{,}_{6}$ m. breit, 6 m. hoch. Der Scheitelpunkt des Tunnels liegt in $1154{,}_{69}$ m. nahezu auf der Mitte; der Fall nach Norden beträgt $0{,}_{6}$: 100, der Fall nach Süden $0{,}_{05}$ bis $0{,}_{2}$: 100.

Die Ausführung des Tunnelbaues wurde dem Schweizer Ingenieur Louis Favre aus Genf übertragen, welcher in General-

Entreprise ein um 8 Millionen Frcs. niedrigeres Gebot that und ein ganzes Jahr weniger Durchbruchszeit verlangte wie seine sechs Concurrenten, darunter der Ingenieur Sommeiller, der Leiter der Mont-Cenis-Durchbohrung.

Die Arbeiten bei Göschenen begannen den 4. Juni 1872, bei Airolo den 1. Juli. Der Gang der Arbeit theilte sich in die Bohrung des Richtschachtes, am Scheitel des Tunnels, und den Vollausbruch, welcher in entsprechender Entfernung folgte. Die Bohrung geschah mit der durch Dubois und François verbesserten Sommeiller'schen Perkussions-Bohrmaschine; zuletzt mit der zweiten Construction von Ferroux, so wie mit der Brand'schen Drehbohrmaschine.

Die geologischen Verhältnisse boten grosse Schwierigkeiten, und haben zu wiederholten Malen den Fortschritt des Unternehmens verzögert. Das Massiv des Gotthard besteht vorwiegend aus gneisartigen Gesteinen, welche durch einzelne Schichten von Hornblendengesteinen, Serpentin und quarzreichem Glimmerschiefer unterbrochen werden. Besonders haben einige zwischen den härtesten Gesteinsarten vorkommende weiche Schichten, sowohl in Folge ihres Wassergehaltes, als auch und zwar hauptsächlich, in Folge ihrer Beweglichkeit und des auf den Holzausbau, wie auch später auf die starke Tunnelwölbung geübten Druckes, nicht allein ganz besondere Sicherheitsvorkehrungen verlangt, sondern eine Zeit lang sogar die streckenweise Verlegung des Tunnels befürchten lassen. Ausser diesen geologischen und technischen Schwierigkeiten wurden die Arbeiten noch durch einen grösseren Arbeiteraufstand, durch den Brand von Airolo und wiederholte finanzielle Schwierigkeiten in ihrem gleichmässigen Fortgange aufgehalten.

Der Leiter des Unternehmens, Louis Favre, erlebte den Durchschlag des Richtstollens nicht; er starb am 19. Juli 1879 im Tunnel, auf dem Felde seiner Thätigkeit. Der Durchschlag des Richtschachtes fand am 29. Februar 1880 statt. Unmittelbar nach dem Durchschlage des Richtstollens ergriff der Tunnelinspektor Kauffmann das Wort: »Der Durchbruch des Gotthard-

DAV Deutscher Alpenverein

»Tunnels bildet ein so grosses Ereigniss in der Baugeschichte »aller Zeiten, dass es sich geziemt, diesem feierlichen Momente »einige Worte zu leihen. Als vor etwa $7^1/_2$ Jahren der Bau »begonnen wurde, und zwar mit einer Baufrist von 8 Jahren, »hielten selbst erfahrene Fachgenossen den Bautermin zu kurz. »Die am Mont-Cenis gewonnenen Erfahrungen waren es, die »jene Bedenken erregten. Aber der praktische Blick Favre's »gründete seinen Kalkül auf zwei Faktoren, nämlich die Ver»besserung der Bohrmaschinen und die grössere Wirkung des »Dynamit gegenüber dem Sprengpulver. Der Erfolg gab ihm »Recht. Die heute mustergiltigen Maschinen gingen im Laufe »des Baues aus seinem Atelier hervor und die Anwendung »des Dynamit gestattete die Reduction der Zahl der Bohr»löcher auf weniger als die Hälfte. Es traten jedoch bald »grosse Hindernisse ein; bedeutende Wassermassen auf der »Südseite, die bis 1876 anhielten, und die Unzulänglichkeit »der Handarbeit für die Ausweitung des Stollens auf das volle »Profil; endlich die Nothwendigkeit überall Maschinenbohrung »anzuwenden, sowohl durch die Bedingungen des Zeitaufwandes, »wie der finanziellen Verhältnisse veranlasst. Erst nachdem »die verwendbaren Massen comprimirter Luft nahezu verdoppelt »worden waren, trat eine erhebliche Steigerung aller Leistungen, »und mit ihr die entsprechende Verminderung des Kostenauf»wandes ein. Die tadelnde Kritik ignorirte Favre während »der ersten drei Baujahre, dem schliesslichen Erfolg fest ver»trauend. Wären nicht auf beiden Seiten zersetzte Gebirgs»strecken angefahren worden, so würde sicher der Durchschlag »schon 1879 erfolgt sein.«

Die fünf auf jeder Tunnelseite vorhandenen Compressorengruppen zu 3 Cylindern hatten 1874 eine jede einen Ergänzungscylinder erhalten, und 1877 wurden auf jeder Tunnelseite noch 2 Compressoren zu 2 Cylindern aufgestellt. Die Turbinen arbeiteten mit 325 Pferdekraft, eine jede, und vermochten in der Minute 5 cbkm. Luft auf 8 Atmosphären Druck zu verdichten. Ausser den bereits vorhandenen Luftreservoirs waren

zwei Reserve-Reservoirs von 100 cbkm. Inhalt aufgestellt, in welchen Luft von 14 Atmosphären Druck angesammelt wurde. Auf der Nordseite wurde das Wasser der Reuss mit 80 m. Gefälle, auf der Südseite das Wasser der Tremola, verwendet.

Am Haupttunnel arbeiteten im Jahre 1880 im December 2781, im Juni 3405 Mann; innerhalb des Tunnels durchschnittlich täglich 850 Mann und 52 Pferde. Der Tunnel wurde durch 830 Lampen erleuchtet. Die Temperatur betrug 29 bis 31° C. Der Tagesverbrauch an Dynamit war 360 Kilo, zu dessen Herstellung eine Dynamitfabrik bei Iselten am Vierwaldstädter See angelegt war.

Am 24. December 1880 fuhr die erste Post durch den Tunnel, wobei allerdings noch 600 m. der Calotte (Gewölbkappe, also hier Firststollen) zu Fusse zurückgelegt werden mussten; am 29. December 1881 wurde der vollkommen fertig gestellte Tunnel technisch geprüft und übernommen.

Die Baukosten des Tunnels werden auf $56_{,5}$ Mill. frcs. berechnet, für den laufenden m. ca. 3800 frcs.

Den 16. Mai 1881 wurde mit dem Durchschlage des Prato-Kehr-Tunnels der letzte Tunnel der Zufahrtlinie durchgeschlagen, so dass die Eröffnung der ganzen Gotthardlinie für den ersten Mai 1882 zu erwarten ist. — Die Hauptschwierigkeiten für den Bau derselben haben unzweifelhaft die Zufahrtlinien geboten, und werden die ungünstigen Steigungsverhältnisse derselben auch für die Zukunft ihren nachtheiligen Einfluss behalten.

Zwei nicht minder bedeutende Projekte von Alpentunneln sind, und besonders in der neuesten Zeit, wiederholt in Betracht gezogen worden: die Durchbohrung des Simplon, und die Durchbohrung des Montblanc, die erstere mehr den schweizerischen, die letztere ausschliesslich den französischen Anschauungen entsprechend, beide im vollsten Interesse aller westeuropäischen Handelsverbindungen nach Italien und den östlichen Mittelmeerländern.

Die Durchbohrung des Simplon gehört ebenfalls zu den

DAV Deutscher Alpenverein

seit längerer Zeit auf die Tagesordnung gebrachten Projekten. Schon 1860 wurde dieselbe durch den Brücken- und Strassenbau-Ingenieur Vauthier befürwortet; 1863 traten Mondésir und Lehaitre mit einem zweiten Projekt auf, 1876 Louis Favre mit einem dritten, und 1877 und 1878 der Chef-Ingenieur Lommel auf Grund umfassender Tracestudien mit einem vierten, dessen Ausführung ins Leben treten sollte, bis jetzt aber immer noch sich verzögert hat.

Der nördliche Tunneleingang soll bei Brieg mit 711 m. Meereshöhe einsetzen, der Scheitelpunkt des Tunnels in 729 m. Meereshöhe liegen, der südliche Tunneleingang bei Iselle in 687 m. Das ist die möglichst günstige Höhenlage, welche es überhaupt in den Alpen giebt, wenn man die Durchbohrung der Hauptkette beabsichtigt; die Hauptschwierigkeit liegt beim Simplon in der Durchbohrung der 18507 m. langen Tunnelstrecke. — Die geologischen Verhältnisse erscheinen für die Durchbohrung des Simplon günstig, wenigstens auf keinen Fall ungünstiger wie bei irgend einem anderen Tunnel. Die Gutachten der Professoren Lorey aus Grenoble, Heim aus Zürich und Renevier aus Lausanne sprechen sich in diesem Sinne aus. Das Massiv des Simplonstockes besteht aus Gneis; auf der Nordseite folgen einander von Aussen nach Innen: Kalk, Glimmerschiefer, amphibolischer (Hornblenden-) und serpentinhaltiger Schiefer, dann Gneis; auf der Südseite compakte metamorphische Gesteine, granithaltiger Gneis, dann krystallinisch-schiefriger Gneis. — Die Wasserkräfte für den Betrieb der Maschinen sind in ausreichendem Maasse vorhanden; die Bohrmaschinen sind seitdem wesentlich verbessert worden; für die Beleuchtung der Tunnelarbeiten wird die elektrische Lampe, wenn sie bis dahin mit Zuverlässigkeit verwendbar wird, eine wesentliche Verbesserung mit sich bringen; ausgedehnte Dynamitfabriken sind in der Gegend von Illarse in der sumpfigen Rhoneniederung angelegt.

Den Kostenbetrag für den Tunnel veranschlagt man mit 72 Mill. frcs.; nach den beim Bau des Gotthardtunnels gewonnenen

Zahlen würde er jedoch nur $70^1/_3$ Million beanspruchen und in $9^1/_4$ Jahren fertig sein, allen technischen Fortschritt im Tunnelbau ausser Ansatz gelassen.

Ganz hervorragend ist diese Linie in Bezug auf ihre vortrefflichen Zugänge. Die Bahn im Rhonethale steigt von Martigny bis Brieg 210 m. auf 80 km. d. i. 1:381. Die Anschlussbahn nach dem Süden hat zwar von Iselle bis Crevola ossolana 330 m. auf 12 km. Entfernung; durch eine Ausbiegung in das Thal der Tosa ist man jedoch vollkommen im Stande, die Bahnlinie um so viel km. zu verlängern, um den Fall auf $1^1/_3$: 100 zu vermindern.

Die Durchbohrung des Montblanc ist schon vor einer Reihe von Jahren angeregt worden. Wie schon erwähnt, plante 1844 der sardinische Deputirte Martinet einen Strassentunnel von Bossons im Chamounixthale nach Entrèves im Thale der Dora Baltea, in der Schwebung von ca. 1300 m. und einer Länge von 12300 m. (= 5 piem. Meilen). Zwischen dem Vereinigungspunkte der Dora-Zuflüsse bei Entrèves und dem Weiler Montquart, unterhalb Bossons, ist die schmalste Stelle des Gebirgswalles der Montblanckette, und hierdurch sind die Endpunkte für eine Durchbohrung des 13500 m. breiten Massivs derselben gegeben. Alpengranit (Protogin) herrscht vor. Derselbe hat die Kalk- und Gneismassen durchbrochen und zur Seite gelegt, so dass ihm die steilen Seitenwände zugekehrt sind und die Schichten von ihm wegfallen. Die Fächerbildung wiederholt sich auch hier. Glimmerschiefer, Talkschiefer, Glimmergneis, an einzelnen Stellen Kalk, Thonschiefer und Gyps bilden die äusseren Abhänge, der Granit den Kern.

Der nördliche Tunneleingang bei Montquart kommt in eine Meereshöhe von etwa 1050 m., der südliche bei Entrèves von etwa 1285 m. zu liegen. Projektirt man den Tunnel in gleichmässiger Steigung bis zum Ausgange bei Entrèves, so beträgt dieselbe $1,_{7}$: 100; legt man den Scheitelpunkt 10 km. von Montquart in $1307,_{5}$ m., so beträgt dieselbe auf der Nordseite allerdings $2,_{57}$ und auf der Südseite nicht ganz 1:100. Bei einer Höhe von 6 m. und einer Breite von 4 m. oder

eingleisiger Tunnelanlage sind 337500 cbm. Material zu bewältigen; bei einer Höhe von 6 m. und einer Breite von 7 m. oder doppelgleisiger Tunnelanlage, 567000 cbm. — Setzt man die Zahlenergebnisse vom Gotthardtunnel voraus, so beansprucht die Durchbohrung des Richtstollens 4218 Arbeitstage, von jeder Seite 2109 oder 7 Jahre 9 Tage, die Summe an verwendeten Menschen-, Thier- und Maschinenkräften gleich angenommen. Die Kosten würden sich für den Tunnel mit $45^3/_4$ Mill. oder $51^1/_4$ Mill. frcs. berechnen lassen, wenn man die Ziffern des Aufwandes am Gotthardtunnel zu Grunde legt, mit 54 Mill. frcs., wenn man den Voranschlag für den Simplontunnel zur Richtschnur nimmt.

Die nördliche Zufahrtlinie im Arvethale würde erst von der Mündung des Bon Nant bei St. Gervais bis Montquart erhöhte Schwierigkeiten und Steigungsverhältnisse bieten, die südliche auf der Strecke Entrèves bis Liverogne an der Dora Baltea.

Die Betriebsschwierigkeiten einer Montblancbahn würden gering sein. Die Wasserversorgung ist reichlich. Vor Allem sind die Steigungsverhältnisse der Zufahrtlinien weit günstiger zu veranlagen wie am Gotthard, wenn auch nicht so vortheilhaft wie am Simplon. Der Mont-Cenis-Tunnel liegt in der Schwebung von 1158/1291, der Gotthard-Tunnel 1109/1145, der Montblanctunnel 1050/1285, der Simplontunnel 711/687; der Mont-Cenistunnel ist kürzer, liegt aber 100 m. höher; der $1^1/_2$ km. längere Gotthardtunnel liegt wenig niedriger, hat aber schwierige Zugänge; nur der Simplontunnel überragt alle an günstiger Lage und vortheilhaften Zugängen, denn wenn er auch um $4^1/_2$ km. länger ist wie der Gotthardtunnel, und um 7 km. länger wie der Montblanctunnel, so liegt er in mittler Schwebung um 428 m. tiefer wie der erstere, und um 460 m. tiefer wie der letztere, was von ganz ausserordentlicher Bedeutung sein wird.

Das Projekt, den Col du Mont zu durchbohren, zeichnet sich nur durch sehr ungünstige Steigungsverhältnisse in den engen Hochthälern der Isère und Grisanche aus und hat wohl niemals Aussichten auf Verwirklichung gehabt.

Dagegen ist es aufrichtig zu beklagen, dass der Plan einer Lukmanier-Bahn bei Seite gelegt worden ist, da eine Eisenbahnverbindung durch das Alpengebiet zwischen Gotthard und Brenner für die deutschen Interessen zweifelsohne bedeutend grössere Vortheile mit sich gebracht hätte, wie die Bahn über den Gotthard. Hätte man zu jener Zeit, wo es galt, sich über den Punkt zu entscheiden, an welchem die Hauptkette der Alpen durchbrochen werden sollte, die ganze Summe von technischen Fortschritten und Erfahrungen besessen, über welche man heutzutage gebietet: so würde man sich wohl nimmermehr zur Durchbohrung des Gotthard entschlossen haben.

Denn fasst man kurz zusammen, was bei der Anlage von Alpentunneln (wie von grossen Tunneln überhaupt) bestimmend einwirkt, so kommt man zu dem Ergebniss, dass für den zukünftigen Gebrauch und die rentable Ausnutzung der Eisenbahnlinie weniger die Länge des durch den Gebirgswall zu treibenden Tunnels den Ausschlag giebt, als die ausserhalb desselben vorwaltenden Verhältnisse. Es ist also die Steigung der Zufahrtslinien, die gesicherte Lage derselben, in Verbindung mit der Höhenlage (Schwebung) des Tunnels, um alle Störungen durch klimatische Verhältnisse fern zu halten, — die zweigleisige Anlage des Gebirgsdurchbruches, um allen Verkehrsstörungen zu begegnen und die Verbindung des Tunnels mit seinen Hinterländern zu jeder Zeit offen zu erhalten — die hinreichende Versorgung der Zugangslinien mit Wasser- und Ausweichestationen weit wichtiger als die mehr oder weniger ausgedehnte Tunnellänge.

Heutzutage würde eine Vergrösserung der Tunnellänge um 6000 bis 7000 m. niemals den Ausschlag zu Ungunsten einer Tunnellinie geben, welche sich ausserdem durch Leichtigkeit der Anlage der Zufahrtlinien und die geringe Steigung derselben, grössere Unabhängigkeit von Störungen durch klimatische Verhältnisse und durch aussergewöhnliche Tieflage der Tunneleingänge vor anderen Projekten auszeichnet, sobald die Finanzfrage geordnet wäre.

Deutscher Alpenverein DAV

Darum ist wohl unzweifelhaft, dass das Massiv der Alpen zwischen dem Gotthardtunnel und dem Brennerübergange, aus dem Thale des Vorder-Rheines nach dem Thale des Brenno mit der Zeit noch durch einen Alpentunnel durchbrochen werden wird. Die Verbindung dieser beiden Thäler war die erste geplante Alpenbahn; denn schon 1845 erhielten der Oberst La Nizza und der Ingenieur Killias eine Concession zur Bahnanlage über den Lukmanier. In den unruhigen Zeiten des Sonderbundkrieges und der Revolutionen verjährte diese Concession, und eine 1853 neu ertheilte Concession der Schweizerischen Südostbahn wurde 1854 für nichtig erklärt. In den Jahren 1860 bis 1866 wetteiferten die Projekte der Gotthardbahn und der Lukmanierbahn und seit 1863 das Projekt der Simplonbahn untereinander, um Freunde, Geldmittel und Ausführung zu gewinnen, bis 1866 die Entscheidung für den Gotthard fiel und die beiden andern Projekte folgedessen in den Hintergrund traten. Das Lukmanier-Projekt hatte anfänglich nur eine Ueberbergbahn in Absicht (1917 m. höchste Erhebung) und erst 1860 wurden die anfänglich geplanten 15 Spitzkehren oder Coulissen in offene Curven verwandelt und ein Tunnel von $1_{,7}$ Km. Länge bei einer Höhenlage von 1860 m. über dem Meeresspiegel projektirt. Später plante man einen Tunnel durch den Piz Cristallina, in der Länge von 10 km. geradlinig von Acla im Thale des Mittelrheins nach Cozzera im Thale des Brenno, den nördlichen Tunneleingang im Medels-Thale in ca. 1500 m. Meereshöhe, den südlichen Tunneleingang im Camadrathale in ca. 1300 m. Meereshöhe; zuletzt (1865) endlich einen Tunnel von $17_{,4}$ km. Länge in der Meereshöhe von 1280 m., nördlich von Curaglia im engen Thale des Mittelrheines einsetzend, bei Olivone mündend, mit einer Bauzeit von 18 Jahren. Nach dem damaligen Standpunkte der Bohrtechnik war ein Tagesfortschritt von $3_{,2}$ m. kaum denkbar.

Ganz anders würden sich die Zufahrtlinien gestalten, wollte man das Massiv der Cima Camadra und des Gallinario, 3203 und 3166 m. hoch, im tiefsten Punkte 2742 m., mittelst eines Tunnels

durchbrechen. Dieser Gebirgsstock besteht vorwiegend aus Gneis, porphyr- und granitartigem Gneis, krystallinischen Schiefern, Glimmerschiefer, granitführenden Glimmer, schwarzen und grünen Kalkschiefern, Kalken und Dolomiten, Rauchwacke und Hornblendengesteinen. Die Schichten fallen in der Hauptsache gegen Nordosten und Osten, aber Schichtenstellung und Schieferung lassen sich nicht auf allgemeine Formen zurückführen.

Wenn man im Thale des Vorder-Rheines, unterhalb Somvix bei Surrhein, in ca. 890 m. Meereshöhe einsetzt, und bei Marzano, im Thale des Brenno, nördlich von Olivone mit ca. 900 m. ausgeht, so kommt man mit einem 21500 m. langen Tunnel, in gerader Linie zwischen dem Gipfel 3122 des Gallinario und der Sattelhöhe 2742 des Lavaz-Gletschers hindurch, aus dem einen Thale in das andere. Den laufenden Meter mit 3800 frcs. berechnet, würde das Baucapital $71^{7}/_{10}$ Millionen francs betragen. Bei einem Tagesfortschritte von 7 m. würde die Bauzeit $10^{1}/_{3}$ Jahr, bei einem Tagesfortschritte von 8 m. 9 Jahre betragen. Durch die auf der Ostseite tief in den Gebirgsstock des Gallinario hineinragenden Thäler von Lavaz, Alp Valosa, Alp Rentiert, und Alp Naustgel würde die Möglichkeit geboten, an zwei oder drei Stellen mit Lichtschachten bis zur Tunnelsohle niederzugehen, und den Tunnelbau selbst in drei oder vier Abschnitte zu zerlegen, je nachdem man auf der Südseite in Val Luzone, oder aus Val Camadra ostwärts noch einen Lichtschacht triebe.

Die Zugangslinien zu diesem in mittler Schwebung nur 195 m. höher wie der von seiner natürlichen Lage am meisten begünstigte Simplontunnel, dagegen um 232 M. tiefer wie der Gotthardtunnel liegenden Alpendurchbruch sind auf beiden Seiten äusserst vortheilhaft, wenn auch nicht ganz unschwierig, anzulegen. Die Zufahrt im Rheinthale hat von Chur bis Sürrhein auf 47 km. Länge eine natürliche Steigung von 300 m. oder $0_{,65}$: 100, und die Schwierigkeiten ihrer Anlage sind auf keinen Fall grösser, wie im Reussthale an der Gotthardbahn. Die südliche Zugangslinie Biasca—Olivone-Marzano hat allerdings bei $20_{,5}$ km. Länge

DAV Deutscher Alpenverein

550 m. Steigung, oder $2_{,7}$: 100. Dagegen kann man sehr leicht die Bahnlinie durch eine Ausbiegung um den Monte Sobrio in das Thal des Tessin hinauf und nach Biasca zurück um 10 km. verlängern, wodurch der Fall auf $1_{,8}$: 100 verringert wird, und sogar auf $1_{,6}$: 100 herabgedrückt werden kann, wenn man die Bahnlinie um $12^1/_2$ km. ausdehnt. Selbst wenn man den Bau dieser 80 km. Zufahrtslinien mit 60 Mill. frcs. veranschlagen wollte, und den Bau des Tunnels mit 82 Mill., also den ganzen Bau mit 142 Mill., ist es doch wohl unzweifelhaft dass auch dieser Bau in Ausführung kommen wird, sobald die wirthschaftlichen Verhältnisse von Continental-Europa wiederum einen regen Aufschwung genommen haben.

Hier sei noch des Trepalle-Passes gedacht, von dem Geographen, wie z. B. Klöden (Erdkunde. B. II. 1. p. 158), sagen: »Zwischen Zernetz am Inn und Trepal an der Adda ist der »Trepal-Pass so niedrig, dass man die Möglichkeit sieht, Canal »oder Eisenbahn hindurch zu führen.« Diese Angabe ist ein Irrthum. Zernetz am Inn liegt in 1407 m. Meereshöhe; Trepalle im Valle di Vallaccio, einem Nebenthale des Spöl, eines Nebenflusses des Inn, wird ungefähr in 1900 m. Meereshöhe liegen; der Sattel von Foscagno kaum unter 2300 m., der Sattel von Lagerfa, nicht niedriger als 2100 (es ist fraglich, welcher von beiden gemeint ist), und Premadio im Addathale ungefähr 1250 m. Schon aus diesen Zahlen ist erkennbar, dass an Führung einer Ueberbergeisenbahn, oder eines Canales nicht zu denken ist, da die Entfernung über den ersteren kaum 17, über den andern kaum 19 km. Luftlinie beträgt. Es würden über den ersten Gebirgssattel auf 5 km. 400 m. Steigung und auf 12 km. 1050 m. Fall, über den zweiten Gebirgssattel auf 4 km. 400 m. Steigung und auf 15 km. 1050 m. Fall zu überwinden sein.

Die ersten Anfänge zum Tunnelbau sind im Bergbau zu erkennen. Wenngleich derselbe im Alterthume vorwiegend in offenen Gruben betrieben wurde, so wird doch schon zur Zeit des Themistokles des Bergbaues mit »Schachten und Stollen« Erwähnung gethan; hauptsächlich aber im Mittelalter, und zwar auf deutschem Gebiete, im Harz und im Erzgebirge, gewinnt der Bergbau ausserordentlich an Umfang und Ertrag. Die Construction und Anlage von Wasserhebungsmaschinen, seit 1550, mit Schöpfrädern, Paternosterwerken und sogenannten Stangenkünsten beginnend, bis zu den Wassersäulenmaschinen mit Balancier, wie sie schon Mitte des 18. Jahrhunderts vorkommen, und die Anwendung des Schiesspulvers zum Sprengen, seit 1613 geben dem Tiefbau mit Schachten und Stollen eine Ausdehnung, und der Entwickelung des unterirdischen Abbaues von Erzen einen Aufschwung, welcher durch die Entdeckung der mexikanischen und südamerikanischen Silberminen nur vorübergehend beeinträchtigt wurde.

Mit dem Namen Schacht bezeichnet man eine Grube, welche im rechteckigen Queerschnitt saiger oder donlegig (senkrecht oder schräg) von der Erdoberfläche in die Tiefe zu den Erzgängen führt; liegt sie horizontal, oder nahezu horizontal, so nennt man sie Stollen. Die Stollen dienen zur Abführung der Bergwasser, sowie zur Verbindung der Schachte

untereinander, und werden Queerschläge oder Strecken genannt, wenn sie gleichzeitig zum Abbau benuzt werden. Bei den grössten Tiefbauten des Freiberger Reviers liegen bis zu 10 und 12 Strecken untereinander.

Ueberhaupt befindet sich der längste unterirdische Bau der Erde in der Nähe von Freiberg, dem alten Sitze des sächsischen Bergbaues. Schon im Jahre 1835 betrug die Gesammtlänge der auf fiskalische Rechnung betriebenen Stollen 81364 Lachter, oder rund 163 km. Oberberghauptmann Wolfgang Frhr. von Herder entwarf den grossartigen Plan, durch einen neuen tiefen Stollen, welcher im Elbthale münden sollte, das Freiberger Bergrevier von den überhandnehmenden Bergwassern zu befreien. Der Stollen sollte 11360 Lachter, rund 22,7 km., lang werden und 183 m. unter dem damals tiefsten Stollen einsetzen. Die grossen Schwierigkeiten des Unternehmens, die Neuheit eines so ausgedehnten Tiefbaues, so wie die für damalige Begriffe enormen Summen, um welche es sich handelte, führten zu dem bei Weitem billigeren Bau in der halben Tiefe, nur 94 m. unter dem tiefsten Stollen, und daher auch bedeutend kürzer. Derselbe mündet bei dem Dorfe Roth Schönberg, im Triebischthale, ist mit Einschluss der Rösche (Abzugsröhre) 13900 m. lang und hat in einer Bauzeit von 33 Jahren einen Aufwand von 7186697 Mark verursacht. Mit den Seitentouren, in welchen der Stollen sich an die angrenzenden Grubenfelder anschliesst, hat er schon jezt eine Ausdehnung von 29 km.; aber in wenigen Jahren wird dieselbe durch weitere Verbindungen auf 50900 m. gestiegen sein.

Der tiefe Ferdinandstollen, welcher von den Ufern der Gran, bei Zarnowic in Ungarn, in einer Länge von 19 bis 20 km. bis zu den unter Wasser stehenden Schemnitzer Goldbergwerken geführt werden sollte, ist nur zu etwa ein Drittel hergestellt worden. Nachdem in den 40er und 50er Jahren gegen 1 Million Mark verbaut, ruht dieser wichtige Bau, der den Stollenbauten des sächsischen Erzgebirges wiederholt gegenübergestellt worden ist, seit mehr als 20 Jahren.

Die Pulverkraft war, noch ehe man sie dem Bergbau dienstbar machte, im Minenkriege zum Angriff, wie zur Vertheidigung angewendet worden. Peter Navarro, ein Spanier in venetianischen Diensten, liess schon 1487 gegen das Schloss Sorezanella, 1500 gegen St. Georg auf Cefalonia, 1503 gegen die Seeschlösser von Neapel Minen springen und der Erfolg veranlasste die wiederholte Anwendung von Minen in den Kriegen des 16., 17. und 18. Jahrhunderts. Es wurde bei den zahlreichen Angriffen auf Festungen auf der einen Seite der Bau der Minengänge und ihrer Verbindungen, und zur Vertheidigung der Festungen der Bau von bleibenden Minengallerien, mit einem Worte der Bau von engen Tunneln zu kriegerischen Zwecken systematisch in Bezug auf Holz-, Stein- und Gewölbebau ausgebildet; es wurde aber auch für die Abmessung der Pulverkraft durch die Untersuchungen von Bélidor, Lehrer an der Artillerieschule zu La Fère, ein bestimmtes Gesetz gefunden, und seine Theorie über die Wirkung der Minen, die Radien der Wirkungssphäre und die kürzeste Widerstandslinie hat in ihren Hauptsätzen noch heutzutage volle Giltigkeit.

Bei der Belagerung von Schweidnitz, 1762, liess Friedrich II. durch den Ingenieur-Major le Febvre die erste Mine mit 5000 Pfund, die zweite mit 2200, die dritte mit 3300, die vierte wiederum mit 5000 Pfund Pulver springen, so dass alle umliegenden Minengallerien der Festung zusammengedrückt, drei Reihen Pallisaden umgestürtzt, und die Erde des 60 Fuss weiten Trichters über Brustwehr und Graben des nächsten Aussenwerkes geworfen wurden, und dasselbe ersteigbar war. Choczim und Bender wurden 1769, Valenciennes 1793 mittelst überladener Minen genommen, welche den Hauptwall unmittelbar in Bresche legten. Noch in der neuesten Zeit, während der Belagerung von Sebastopol, entspann sich ein heftiger Minenkrieg. Vor Bastion Nr. 4 wurden alle Anstrengungen der Franzosen durch die russischen Gegenminen vereitelt, und die in der Nähe erbauten französischen Angriffsbatterien durch Quetschminen zerstört. Die russischen Minenarbeiter lagen etwa

DAV Deutscher Alpenverein

25 Fuss tiefer als die französischen und der unterirdische Kampf währte vom Januar bis zum 8. September, am welchem Tage die Sprengung von drei französischen überladenen Minen von je 1000 Pfund Pulver dem Sturmangriff auf den Malakoff unmittelbar voran ging.

Während in der kriegerischen Anwendung der Pulverkraft auf unterirdischem Gebiete das Massenhafte, Furchtbare und Grossartige vorherrscht, um Zertrümmerung und Zerstörung auf einen möglichst weiten Kreis auszudehnen, wird bei der technischen Anwendung derselben oberhalb der Erdoberfläche meist noch empyrisch verfahren. Man bohrt Sprenglöcher und ladet sie, einmal zu stark, einmal zu schwach, wie es die Gewohnheit mit sich bringt, — nicht wie die Verhältnisse von Härte des Gesteins, Weite und Tiefe der Bohrlöcher, die Entfernung derselben unter einander und die Qualität des Sprengstoffes verlangen. Drückt man dies anders aus, so fordert der Minenkrieg Maximalladungen, Bergbau und Tunnelbau Minimalladungen, während Steinbruch- und Felssprengungsarbeiten sich meist mit zufälliger oder Gewohnheits-Stärke der Ladungen begnügen.

Das Kaliber der Ladungen hat sich allerdings wesentlich verringert, seitdem das Schiesspulver aus seiner seit 400 Jahren behaupteten Stelle verdrängt worden ist.

Das Nitroglycerin wurde schon 1847 von Sombrero im Laboratorium von Pelouze entdeckt, blieb aber von technischer Seite vollkommen unbeachtet, obgleich Sombrero auf seine explosiven Eigenschaften aufmerksam machte. In Amerika wurde es unter dem Namen Glonoin medicinisch verwendet, wenn auch in beschränktem Umfange. Erst anfangs der 60er Jahre entdeckte der schwedische Ingenieur Alfred Nobel eine Methode schneller und gefahrloser Darstellung des Nitroglycerin und eine zweckmässige Art, dasselbe im geschlossenen Raume zur Explosion zu bringen. Aber erst nachdem man erkannt, dass die zahlreichen Unglücksfälle nicht in der Zusammensetzung des Sprengöles ihre Veranlassung hatten, sondern

in der unvorsichtigen Gebahrung, und nachdem das Präparat in der Gestalt des Dynamit für Transport und Behandlung noch gefahrloser geworden war, — trat es gemeinschaftlich mit seinen Concurrenten Lithofracteur, Dualin, Fulminatin u. s. w. allen bis dahin gebräuchlichen Sprengstoffen mit durchgreifendem Erfolg gegenüber.

Der Dynamit — Sammelname für alle mittelst Nitroglycerin hergestellten Sprengstoffe — besteht aus einer porösen Substanz, welche eine gewisse Menge Sprengöl aufgesogen hat, und dasselbe so fest bindet, dass es selbst durch starken Druck nicht herausgepresst wird. Der Nobel'sche Dynamit wird aus 23 Theilen mehlartiger Infusorienerde (Kieselguhr) und 77 Theilen Nitroglycerin, d. i. Glycerin, welches mit einem Gemisch aus Salpetersäure und Schwefelsäure behandelt wurde, hergestellt. Geringere Sorten fertigt man aus 30 bis 42 Theilen Kreide oder Sägespäne und 70 bis 58 Theilen Nitroglycerin an. Man benutzt auch ordinäre Sorten von Sprengpulvern, Schiesswolle, u. dergl. mehr zur Herstellung von Dynamit. In Deutschland wird für militärische Zwecke Cellulosen-Dynamit, 25 Theile Holzsubstanz und 75 Theile Nitroglycerin, in Oesterreich Kieselguhr-Dynamit, in gleichem Zusammensetzungs-Verhältniss angewendet.

Nobel's Dynamit ist eine graubraune, geruchlose, fettige, teigartige Masse, im specifischen Gewicht von 1,6. So lange er noch biegsam ist, lässt er sich ohne Gefahr in Patronen formen und verdichten. Bei Temperaturen unter + 8 Grad C. wird derselbe hart; das Nitroglycerin erstarrt und muss mit Vorsicht aufgethaut werden, da es im gefrorenen Zustande gegen starke Erschütterungen höchst empfindlich ist.

Durch eine gewöhnliche Flamme entzündet brennt der Dynamit, ganz wie das Sprengöl, ohne Detonation ab. Er ist gegen Stoss und Schlag in hohem Grade unempfindlich; Handhabung und Transport sind ziemlich ungefährlich; der Transport von Dynamit verlangt geringere Vorsichtsmassregeln, wie der Transport von Schiesspulver. Er bedarf einer stark durch-

DAV Deutscher Alpenverein

schlagenden Entzündung und kann als das sicherste aller Explosiv-Präparate angesehen werden.

Der Dynamit wird zum Sprengen ausschliesslich in Patronen von 2,3 bis 5,2 cm. Durchmesser und 2,6 bis 21 cm. Länge verwendet. Die Patronenhülse besteht aus Pergament- oder Oel-Papier, oder aus getheertem Papier und einer Zwischenlage von Zinnfolie oder Guttapercha; nach Befinden auch aus Drillichschlauch oder aus einer Blechbüchse.

Die Entzündung der Dynamitpatrone erfolgt durch einen Patentzünder, beziehendlich durch mit dreifachem Knallsatz geladene Patentzündhütchen, in welche eine Bickford'sche Zündschnur bis auf den Knallsatz eingelassen ist.

Beim Laden des Bohrloches wird die Dynamitpatrone bis auf den Boden desselben eingeschoben, mit einem Ladestock fest aufgepresst, so dass der plastische Dynamit aus der Papierhülle heraustritt und sich an die Wände des Bohrloches anlegt. Die Patronen werden bei niedriger Temperatur vorher vorsichtig in besonderen Wärmflaschen mit heissem Wasser aufgethaut.

Im Allgemeinen wendet man in weichem Gestein enge und tiefe Bohrlöcher mit schwachen Ladungen an, in hartem Gestein seichte Bohrlöcher mit sehr starken Ladungen, bis zur Hälfte des Bohrloches reichend.

Die Sprengarbeit mit Dynamit zeichnet sich durch Kostenersparniss (30 bis 40 Procent) und Zeitgewinn (bis zu 100 Procent) vor der Sprengarbeit mittelst Schiesspulver aus. Noch bedeutender werden ihre Vorzüge bei ausgedehnten Tiefbauten und bei Anwendung von Bohrmaschinen.

Die Sommeiller'sche Bohrmaschine, als Prototyp aller mittelst comprimirter Luft arbeitenden Bohrmaschinen, im Gotthardtunnel zuletzt mit den Verbesserungen von Ferroux verwendet, besteht aus einem Gerüst auf Rädern, welches auf Schienen bewegt und nach Bedarf festgestellt wird. Auf diesem Gerüste ist eine Anzahl von Bohrern angebracht, welche enger und weiter gestellt werden können. Jeder Bohrer ist ungefähr

1 m. lang, von Stahl, gelb gehärtet, in einer Leitröhre von Bronce, in deren cylindrischer Erweiterung er von einer Spiralfeder zurückgezogen und von der eingeführten comprimirten Luft mit einem Druck von 4 bis 4½ Atmosphären, oder von 30 bis 34 kgr. auf den Quadratzoll, gegen das Gestein vorwärts geschnellt wird. Die Bohrmaschine giebt in der Minute 250 bis 300 Stösse. Bei jedem Stosse wird der Bohrer um ein Achtel des Kreises weiter um sich selbst gedreht. Die Kühlung des Bohrers und die Reinigung des Bohrloches vom Bohrstaube erfolgt durch einen Wasserstrahl, welcher in das Bohrloch gespritzt wird, und die gleichmässige Bewegung des Bohrschlittens gegen die Stirnwand des Stollen durch eine Kurbel- resp. Schraubenbewegung vermittelst Menschenkraft.

Die Bohrmaschine vom Mont Cenis stammte aus der Fabrik von Dubois & François in Seraing und wurde von Sommeiller wesentlich verbessert. Seitdem hatten aber Dubois & Francois selbst, sowie Mac-Kean, Turettini, und Ferroux neue Verbesserungen ausgeführt, und vor Allem Ferroux mit seiner zweiten Construction wesentliche Fortschritte erreicht.

Das Gewicht dieser Bohrmaschine betrug nur 180 kg. (gegenüber 260 kg. der früheren Constructionen); sie machte bei 6 Atmosphären Druck und 300 Schlägen in der Minute ein 6 cm. tiefes Bohrloch, und 6 dergl. Maschinen waren auf einem Bohrschlitten vereinigt, im Gesammtgewicht von 5000 kg.

Die Compression der atmosphärischen Luft wird durch eine Anzahl von Compressionspumpen, Compressoren, bewirkt, welche durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt werden. Am Gotthard durch vier grosse Girard'sche Turbinen, von denen eine jede mit 250 Pferdekraft arbeitete. Dieselben setzten 15 Compressoren in Bewegung und die verdichtete Luft wurde in vier grossen metallenen Reservoirs gesammelt, aus denen sie in eisernen Röhren bis zu den Bohrmaschinen herangeleitet wurde.

Der Umfang der Wasserkraft, welche bei dieser Arbeit zur Verwendung gebracht wird, lässt sich durch die Messungen charakterisiren, welche für die Simplondurchbohrung angestellt

Deutscher Alpenverein DAV

wurden. Bei Iselle mass man dieselbe im Winter 1878 auf 1356 Secundenliter mit einem Gefäll von 180 m., im Ganzen rund mit 2000 Pferdekraft. Auf der Schweizerseite ergab die Saltine 650 Secundenliter, die Rhône an der Brücke oberhalb Naters, wo der Massa-Torrent, der Abfluss des grossen Aletzsch-Gletschers mündet, 11000 Secundenliter. Auf 2 km. Länge konnten hier immer noch 9 m. Fall benuzt werden, so dass etwa 800 Pferdekraft disponibel blieben.

Die verdichtete Luft dient zum Betrieb der Bohrmaschinen und der Arbeitslocomotiven; die verbrauchte, ausströmende Luft zur Ventilation der Arbeitsstrecke.

Waren die Bohrlöcher hergestellt, geladen und mit der Zündung versehen, so wurden die Bohrmaschinen zurückgezogen, die Sicherheitsthüren geschlossen und die Ladungen gezündet. Nach erfolgter Sprengung wurde der Schutt abgeräumt, die Bohrmaschine wieder an die Stirnwand heran gebracht, nach Bedarf vielleicht vorher das Schienengleis, die verschiedenen Röhrenleitungen u. s. w. verlängert und der Gang der Arbeit von Neuem aufgenommen.

Inzwischen hat die Bohrmaschine eine wesentliche Veränderung erfahren. Ausser den durch comprimirte Luft in Bewegung gesetzten, ist eine zweite Gattung in Anwendung gekommen, deren Arbeitsleistung durch Wasserdruck hervorgerufen wird. Während die erstere durch den Stoss wirkt, abeitet die zweite durch Drehung. Bei der Drehbohrmaschine, nach dem System Brand, besteht der Bohrer aus einer hohlen metallenen Röhre, deren vorderes Ende mit einer Schneide von kleinen Diamanten besetzt ist. Dieselbe wird durch Wasserkraft in drehende Bewegung gebracht, und schneidet eine cylinderförmige Rinne um den stehen bleibenden Kern, welcher nach Massgabe der Tiefe des Bohrloches weg gebrochen wird. Der Bohrer ist etwa 3 m. lang, 10 cm. stark, und wird durch einen Wasserstrahl, angeblich mit $7\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck in Bewegung gesetzt. Derselbe strömt in einen Cylinder mit Wechselhahn, bewegt einen Kolben auf und ab, und setzt den

Bohrer mittelst eines Hebelkniees in drehende Bewegung. Auf jedem Bohrschlitten sind zwei bis acht Bohrer; die Reinigung der Bohrlöcher erfolgt ebenfalls durch Wasser; aber für die Ventilation der Arbeitsstrecke sind besondere Compressoren und Röhrenleitungen erforderlich.

Auf diese scheinbar einfach und leichte, mit gleichmässiger Sicherheit vorwärts schreitende Art hat man aber früher die Arbeiten an Tunnelbauten nicht ausführen können. Da traten immer die grossen Schwierigkeiten, der langsame Fortschritt und die geringe Leistungsfähigkeit der Handarbeit in den Vordergrund. Es werden zwar schon im Alterthume Tunnelbauten erwähnt.; der 500 Fuss lange gewölbte Gang unter dem Euphrat, zwischen zwei Palästen in Babylon, der von Agrippa durch den Berg bei Cumä, der von Antoninus Pius zwischen Tonja und Bougie in Algerien erbaute Tunnel, u. A. m. Im Mittelalter soll jede Burg und jedes Kloster einen unterirdischen Gang gehabt haben, oft mit einer Länge die mit allen technischen und pekuniären Mitteln jener Zeit im vollsten Widerspruche steht. Aus der neueren Zeit muss man jedoch manche Tunnelanlage hervorheben, trotzdem oder weil sie mit Handarbeit angelegt ist. — Der von Andréossy entworfene und 1666 bis 80 vollendete Canal du Midi geht zwischen Narbonne und Beziers mit einem 200 m. langen, 22 m. breiten und entsprechend hohen Tunnel durch den Berg Malpas; der Marne-Rhein-Canal führt durch vier Tunnel, von denen der eine zwischen Mauvage und Demange beinahe $3\frac{1}{4}$ km. lang ist. Der 1775 begonnene, 1802 vollendete Canal von Burgund hat ein Reihe von Tunneln in der Gesammtlänge von fast 15 km. Zwischen Gravesand und Rochester ist ein 10 m. hoher, 8 m. breiter Tunnel fast 10 km. weit durch Kalkfelsen gebrochen, auf welchem die Schiffe vom Medway nach der Themse gehen.

Aus der grossen Reihe von Eisenbahntunneln seien nur einige namhaft gemacht:

Der Haupttunnel am Semmering = 1407 m.

Der Altenbekener Tunnel = 1627 m.

Deutscher Alpenverein DAV

Der Spitzbergtunnel (Böhmer Waldgebirge) = 1748 m.
Der Hauensteintunnel = 2496 m.
Der Box-Tunnel der Great-Western-Bahn = 2850 m.
Der Krähbergtunnel im Odenwald = 3100 m.
Der Brandleithetunnel im Thüringer Wald = 3200 m.
Der Rilly-Tunnel = 3450 m.
Der Blaisy-Tunnel in der Paris—Lyon-Bahn = 4100 m.
Der Nerthe-Tunnel in der Marseille—Avignon-Bahn = 4620 m. u. A. m.

Der Durchstich eines Gebirgszuges macht sich beim Eisenbahnbau in der Regel da nöthig, wo die Führung der Trace über den Kamm des Gebirges mit zu grossen Schwierigkeiten verbunden sein würde. Daher bedingen die Steigungsverhältnisse schon im Mittelgebirge den Bau von Tunneln, wenn die Einschnitte zu tief werden müssten. Bei einer Tiefe von 20 bis 25 m. schon ist die Anlage eines Tunnels weniger kostspielig, wie der Bau eines Einschnittes, besonders dann, wenn die Bodenbeschaffenheit sehr flache Böschungen verlangt, und die bewegte Erdmasse erst in weitere Entfernung abgelagert werden kann.

Ein eigenthümliches Beispiel für das Aufgeben eines Tunnelbaues und die Anlage eines Einschnittes bietet die Eisenbahnstrecke Korneschty—Pirlitza—Ungheny der Jassy-Odessa-Bahn. Hier hatten die deutschen Ingenieure die Wasserscheide durchtunneln wollen. Da aber der Richtstollen vom Terrain eingedrückt wurde, setzten die den deutschen nachfolgenden französischen Ingenieure an Stelle des Tunnels einen enormen Einschnitt, in dessen Mitte die Bahnlinie wieder auf einem Damme, auf beiden Seiten durch Abzuggräben geschützt, geführt wurde. Da alle Böschungen im Rutschterrain lagen, das überhaupt vielleicht niemals zur Ruhe kommen wird, so musste kaum 14 Tage nach Eröffnung der Betrieb eingestellt werden, und wurde bei den bedeutenden durch das schwimmende Terrain verursachten Schwierigkeiten erst nach Jahresfrist wieder aufgenommen.

Die Anlage eines Tunnels beginnt mit der Feststellung der Richtungslinie. Man wird die relativ kürzeste Strecke, die bequemsten Zugänge, und für die Durchbohrung selbst die gerade Linie wählen, und dieses letztere um so wahrscheinlicher, je länger der Gebirgsdurchstich wird und je höher sich das zu durchbohrende Gebirge über die Tunnelsohle erhebt. Die Innehaltung der Richtungslinie ist an sich schon mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden; denn da die Magnetnadel, das Loth und der Winkelmesser die Hauptinstrumente sind, mittelst welcher bei unterirdischen Arbeiten die Richtungslinien bestimmt werden, so gewinnt die Ableitung der Magnetnadel durch die verschiedenen Gesteinsarten und die Ableitung des Pendels durch die Massen sehr häufig eine grosse Bedeutung.

Im Mittelgebirge steckt man die Richtungslinie eines Tunnels, nachdem man Anfangs- und Endpunkt bestimmt hat, einfach auf der Oberfläche der Gebirgsabhänge ab; man verlängert die Linie auf beiden Seiten, um Correcturpunkte zu gewinnen, und wird in vielen Fällen gar nicht nöthig haben, irgend welche mathematische Arbeit einzuschalten. Ganz anders gestaltet sich dies im Hochgebirge, wo ein derart einfaches Verfahren durch die Form und Grösse der Abhänge allein schon verboten wird. Hier ist die genaueste Triangulation zwischen den beiden Endpunkten des Tunnels, und über sie hinaus, ganz unerlässlich, um die ideelle Richtungslinie wenigstens in der Zeichnung zu fixiren, und vom Papier aus auf diejenigen Terrainstrecken vor den Tunneleingängen übertragen zu können, welche für den Beginn der Arbeit die Richtungslinie angeben. Die Triangulation, welche bei den Vorarbeiten für den Simplontunnel ausgeführt wurde, erforderte die Messung von 23 Dreiecken und von zwei Basislängen, da die Breite der Thäler hinreichend war, um sie auszuführen. In der Schweiz wurde zwischen Brieg und Gamsen eine Basis von 3224 m., in Italien zwischen Domodossola und Crevola ossolana die zweite Basis mit 3173 m. gemessen. Die Basismessungen wurden mit hölzernen, gut

DAV Deutscher Alpenverein

geölten und abgeglichenen Messstangen von 5 m. Länge ausgeführt; die Winkelmessungen mit Theodoliten von 180 cm. Kreisdurchmesser und 10 Centesimalsecunden an zwei Nonien abgelesen, und jeder Winkel durch fünfmalige Repetition bestimmt. Der Transport und die Aufstellung, vor Allem aber die Operationen mit so feinen Instrumenten, bringen in den Regionen des ewigen Schnees eine ganze Reihe von ungeahnten Schwierigkeiten mit sich.

Bei dem Vorschreiten der Tunnelarbeiten ist es unerlässlich, in bestimmten Zeitabschnitten die Innehaltung der Richtungslinie durch geodätische und beziehentlich astronomische Beobachtungen vor Schwankungen und Fehlern zu sichern.

In den Gebirgen von mittler Erhebung wird man im Stande sein, den Bau eines Tunnels in mehrere Abschnitte zu zerlegen, indem man nach Massgabe seiner Länge einen oder mehrere Lichtschachte bis zu dem Tunnelniveau hernieder treibt, und von ihnen aus nach beiden Richtungen weiter arbeitet, bis die einzelnen Theile zusammenstossen.

Der in der Längenrichtung des Tunnels getriebene Stollen, der Richtstollen, bergmännisch mit Boussole, Kippregel, Loth, Kanalwage u. s. w. vorwärts gebracht, wird entweder als Firststollen im Scheitel des zukünftigen Tunnels, als Sohlstollen auf der Mitte der Basis, oder als Seitenstollen auf einer Seite derselben gebaut, und dient gleichzeitig zur Beseitigung der Wasser, zur Erkenntniss der Gebirgsbeschaffenheit, zur Luftführung u. s. w. Im festen Gebirge ist es nicht nöthig, ihn durch besondere Einbauten zu stützen; bei zerklüfteten Felsengattungen, bei Gesteinsarten, welche nachbröckeln oder durch ihren Wasserreichthum Veränderungen in der Stätigkeit ausgesetzt sind, vor Allem aber beim Bau in Erde, Letten, Lehm, Thon, Sand, weichen Erdarten überhaupt, so wie endlich bei mit Wasser gemengten Sand und sogenanntem schwimmenden Boden, ist es unerlässlich, den Stollen mit Zimmerung zu versehen. Bei besserem Boden genügen die holländischen Rahmen, bei geringerem Pfostengevierte mit starken Bohlen, und wo

diese nicht ausreichen, wird eine vollständige Balkenzimmerung ausgeführt.

Bei festem Gestein — Granit, Syenit, Gneis, hartem Glimmer- und Thon-Schiefer, dichtem Kalk und Kalkschiefer, mehr oder minder quarzreichem Sandstein u. s. w. erweitert man den Richtstollen ohne besondere Sicherheitseinbauten, als die vor Sprengstücken schützenden, zum vollen Tunnelprofile. Aber schon bei lockerem Gebirge dürfen die Sprengungen nur auf kurze Strecken ausgeführt, und müssen vor dem Weitersprengen die nöthigen Sicherheitsbauten errichtet werden, entweder in Zimmerung, oder in Mauerung und Wölbung. Endlich wird in ganz lockerem, sogenannten schwimmenden Boden die Zimmerung in das Erdreich eingeführt, ehe man dasselbe entfernt.

Man unterscheidet gegenwärtig fünf Systeme des Tunnelbaues; vier Holzbausysteme, das englische, deutsche, österreichische und belgische; und das Eisenbau-System.

Das älteste ist das englische; das volle Tunnelprofil wird bei demselben in kleinen Längen ausgebrochen. Man beginnt mit einem First- oder Sohlstollen, erweitert denselben durch Seitenausbrüche und errichtet das Mauerwerk sobald das ganze Profil frei ist. Dass die Hölzer, welche die Tunneldecke tragen, nur an ihren beiden Enden unterstützt sind, ist ein Hauptfehler dieses Systems.

Bei dem deutschen System geht man mit zwei Seitenstollen vor, zwischen denen ein Kern stehen bleibt; gleichzeitig treibt man auf dem Kerne den Richtstollen, und erweitert sodann die Stollen nach oben und nach beiden Seiten, so dass die Rüstung des Tunnelprofiles auf den Kern zu stehen kommt. Dieses System ist sehr sicher, der Einbau sehr stark gestützt; aber man baut langsam und kostspielig, treibt eigentlich drei Richtstollen und wird durch den Kern sehr beengt.

Nach dem belgischen System treibt man den Firststollen vor, erweitert ihn nach beiden Seiten und fügt das Decken-

DAV Deutscher Alpenverein

Ziffern entsprechender Weise zu steigern, ist schon aus technischen Gründen nachweisbar.

Die grössten Schwierigkeiten würde aber die Ventilation des Tunnels bieten. Schon bei den über dem Meeresspiegel liegenden Tunnel-Bauten, verlangt dieselbe während der Bauzeit besondere Massregeln, und ist um so schwieriger, je länger die Tunnelstrecke wird, ehe der Durchschlag erfolgt. Bei dem Bau mit Bohrmaschinen wird entweder die comprimirte Luft, welche zum Maschinenbetriebe verwendet wurde, zur Ventilation der Tunnelstrecke benutzt, oder es wird dieselbe durch die Compressoren vermittelst eines besonderen Röhrensystems bewirkt. In allen Fällen aber wird die Luftführung um so schwieriger, je länger die Tunnelstrecke ist, je mehr sie zum Arbeitsort ansteigt, und je geringer die Luftbewegung ausserhalb der Tunnelmündung sich gestaltet. Bei der Tieflage der Canaltunnelmündungen (nahezu dem Meeresspiegel gleich) würde hieraus noch eine besondere Schwierigkeit für die Ventilation entstehen. Aber selbst bei Gebirgstunneln, deren Mündungen in einer gewissen Höhe über der Meeresfläche liegen, und die Bewegung der ausströmenden comprimirten Luft wenig hindern, wird man sich doch mit der Zeit entschliessen, den durch den Scheitel des Tunnels geschaffenen todten Winkel vermittelst vollständiger Geradlegung der Tunnelsohle, sei es nun steigend, fallend, oder horizontal, zu beseitigen, um der Luftbewegung nicht durch die Tunnelanlage selbst, ein Hinderniss entgegen zu stellen. Die Beseitigung der Bergwässer bedarf nur schmaler Wasserrinnen mit geringem Fall.

Die Erfahrungen, welche man in Bezug auf Ventilation und Temperatur seit Durchbruch des Mont-Cenis gemacht hat, sprechen für die allmälige Kühlung im Innern des Tunnels, besonders durch die im Winter entstehende Selbstventilation. Die mittle Temperatur des Mont-Cenis-Tunnels beträgt gegenwärtig nur noch $21\frac{1}{2}^0$ C. im Sommer, $20\frac{1}{2}^0$ C. im Winter. Der Höhenunterschied der beiden Tunneleingänge, $132_{,5}$ m., vermittelt allein schon im Winter den nöthigen Luftdurchzug.

Im Sommer musste man bis jetzt künstlich nachhelfen. Obgleich die Locomotiven Anthracitkohlen brennen, um möglichst wenig Rauch und Kohlenoxydgas zu entwickeln, wird dennoch durch die 12 täglich den Tunnel passirenden Züge die Luft derart verschlechtert, das sie zeitweise kaum athmenbar ist. Man stellte daher auf der Seite von Bardonnèche einen grossen durch Wasserkraft getriebenen Centrifugal-Ventilator auf und setzte die während des Tunnelbaues gebrauchten Compressions- und Aufsauge-Apparate wieder in Gang, ohne bis zum Jahre 1880 wesentliche Erfolge zu erzielen. Nachdem man aber alle im Tunnel noch vorhandenen Holzgerüste und Einbauten entfernt hat, ist die Selbstventilation des Tunnels eine ausreichende geworden.

Ein anderes Tunnelproject ist die Durchbohrung der Pyrenäen. Der Felsenwall der eigentlichen Centralmasse der Pyrenäen besteht, bei einer Kammhöhe von 2000 bis 2600 m. aus Uebergangsgebilden und Kreide. Alle die verschiedenen Gesteinsarten der Grauwackenformation sind vorhanden: Grauwacken-Sandstein, Quarze, Schiefer, Conglomerate; nächst diesen alle die geschichteten Gesteine der oberen Kreide, Tuff, Mergel, oberer Quadersandstein u. s. w. Die Bearbeitung aller dieser Gesteinsarten ist voraussichtlich leicht.

Für den Bau der Linie sind die Punkte Huesca in Spanien und Oloron in Frankreich gegeben. Auf spanischer Seite würde die Zugangslinie im Canfrancthale aufwärts gehen, über Spalung, San Anton, gegen Monte Christine, und östlich vom Gipfel des Port d'Urtos den Gebirgskamm durchtunneln, um in das Thal der Gave d'Aspre überzugehen. Diese Traçe ist schon auf der 1857 erschienenen Carte administrative de la France von A. H. Dufour (nicht zu verwechseln mit dem eidgenössischen General Guillaume Henri Dufour, dem Verfasser der Schweizkarte in 1:100000) als Eisenbahnproject eingezeichnet. — Das Thal von Canfranc wird zu den wildesten Felsenthälern der Pyrenäen gerechnet, so dass die Anlage einer Eisenbahn mit grossen Schwierigkeiten verbunden sein wird. Am Passe von Canfranc

(oder Monte Christine) liegt die Schneegrenze nur 1200 m. hoch, so dass schon im zeitigen Herbste mit Schneefall zu rechnen ist. Nächstdem wird die Höhenlage des Tunnels durch den in Spanien um ein Bedeutendes höher wie in Frankreich liegenden Fuss des Pyrenäenwalles bedingt. Voraussichtlich wird diese Bahnlinie alle Mängel einer Gebirgsbahn in ungünstigen Terrainverhältnissen haben. Der Tunnel selbst, welcher auf nur 3 bis 4 km. in den oberflächlichen Notizen über diesen Bau veranschlagt wird, soll einen Kostenaufwand von 13 Millionen Pesetas (11 Millionen Mark) beanspruchen, zu welchem Frankreich und Spanien ein jedes die Hälfte beitragen werden.

In dem grossen französischen Eisenbahn-Entwurfe von 1879 ist der Bau einer Eisenbahnlinie von Briançon bis an die italienische Grenze genannt. Die Ausführung derselben würde die Durchbohrung des Col des Echelles in der Richtung auf Bardonnêche, oder die Durchbohrung des Mont-Genèvre in der Richtung auf Cesanna mit sich bringen. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass eins dieser Projekte zur Ausführung kommt; schon der Concurrenz mit dem so nahe liegenden Mont-Cenis-Tunnel wegen. Dagegen führt das italienische Eisenbahngesetz den Bau einer Alpenlinie auf, deren Ausführung in den nächsten Jahren erfolgen soll: eine Bahn von Cuneo über den Col di Tenda nach Ventimiglia und Nizza. Das Projekt ist auf 70 km. Länge und 33 Millionen Lire Baukosten veranschlagt.

Endlich ist in der Schweiz eine Touristenbahn über den Brünig projektirt. Dieselbe soll von Kienholz, 1 1/2 km. von Brienz, über Hausen nach Meiringen führen, und von hier sich nordwestlich wendend, am Abhange des Hasliberges aufsteigend den Uebergang über den Brünig in 992 m. Meereshöhe gewinnen. Von da soll sie über Diechtersmatt, Sachseln, Sarnen bis Alpnach-Gestad gehen. Die Strecken Kienholz—Meiringen, $12_{,5}$ km., und Diechtersmatt—Alpnach-Gestad, $15_{,3}$ km., sind als gewöhnliche Schmalspurbahn, die Bergpartie Meiringen—Brünig

—Diechtersmatt, $17_{,65}$ km., als Zahnradbahn projektirt: die Spurweite mit 1 m., die Maximalsteigung mit 12 %, das Anlagecapital mit 7 Millionen Francs.

Im Alpengebiete ist inzwischen der Tunnel durch den Arlberg in Angriff genommen uud sein Bau programmmässig gefördert worden. Die Arlbergbahn stellt die Verbindung zwischen dem Bodensee und dem Innthale her: sie führt auf österreichischem Gebiete und vertritt österreichische Interessen. Sie wird eingleisig gebaut und nur der Tunnel erhält ein zweigleisiges Profil. Von Innsbruck folgt die Bahn bis Landeck dem Innthale, 71 km.; von da biegt sie in das steile und enge Rosannathal (Stanzer Thal). Der östliche Tunneleingang bei St. Anton liegt 1302 m. hoch; auf eine Bahnlänge von 26 km. sind daher von Landeck aus 526 m. Steigung zu überwinden; etwas mehr als 2 % wodurch die Bahnlinie den Charakter einer steilen Gebirgsbahn erhält. Auf der Westseite liegt der Tunneleingang bei Langen (im Alfens- oder Klosterthale) in 1214 m. Meereshöhe und die Bahn fällt auf 28 km. bis Bludenz 576 m., wiederum über 2 Prozent.

Der Tunnel durch den Arlberg erhält eine Länge von 10270 m., nach einer anderen Angabe 10240 m., eine Höhe von 6 m., eine Breite von 7 m. und soll in 6 Jahren vollendet sein. Der Bau erfolgt nach östreichischem System. Man will hierbei die Frage entscheiden, ob es für den Bau grosser Tunnel zweckmässig ist mit dem Sohlenstollen vorzugehen, anstatt mit dem Firststollen. Ferner wird der Tunnel ganz in Regiebau, unter Anwendung von Klein-Accord von Strecke zu Strecke gebaut, und nicht in General-Entreprise; endlich soll die Erweiterung zum vollen Tunnelprofile dem Richtstollen möglichst schnell folgen. Der Bau des Tunnels mit den beiden 700 m. langen Zufahrtstrecken zu den Stationen St. Anton und Langen findet in zwei Loosen statt. Es sollen jährlich im Durchschnitt 2162 m. Tunnel hergestellt werden; am Mont Cenis ist der Jahresdurchschnitt 1122 m., am Gotthard 1674 m. Der Kostenanschlag beträgt

DAV Deutscher Alpenverein

für die östliche Tunnelhälfte 5960103 fl.
für die westliche . . . . 6028403 fl.

im Ganzen 11988506 fl. = 20879885 Mk.
und mit den Zufahrtstrecken 12096194 fl. = 20879885 Mk.
(100 fl. = 175 Mk.)

Die Tunnelbaukosten sind für den laufenden Meter mit 2309 Mk. veranschlagt, um 810 Mk. billiger wie am Mont Cenis, 610 Mk. (656 Mk.) billiger wie am Gotthard.

Der Vortrieb im Sohlstollen soll täglich $3{,}_{13}$ m. betragen; der Tunnel 180 Tage nach Durchschlag des Richtstollens fertig sein; also im August 1885. Firststollen, Ausbruch, Sohlenkanal und Tunnelvollendung sollen ebenfalls täglich $3{,}_{13}$ m. vorwärts schreiten; der Firststollen und Sohlenstollen mit ihren Oertern (Endpunkten) niemals über 100 m. von einander entfernt sein, und die unfertige Tunnelpartie überhaupt niemals mehr als 600 m. betragen.

Für die Bohrarbeiten sind auf der Ostseite, bei St. Anton, vier Turbinen zum Betrieb der Compressoren aufgestellt, und erfolgt die Bohrung auf dieser Seite mittelst der Sommeiller'schen Bohrmaschine, mit den neuesten Verbesserungen von Ferroux, wie sie zuletzt am Gotthard angewendet wurde. Die Bohrlöcher werden $1\,^1/_2$ m. in das Gestein getrieben, für jede Bohrmaschine mit etwa 25 Kilo Dynamit geladen, und nachdem die Arbeiter und Maschinen um etwa 150 m. zurückgezogen worden sind, gezündet wobei man von 7 □ m. etwa 2 m. tief absprengt. Die durchschnittliche Dauer einer Bohrattake in dem anstehenden Gneis und quarzreichen Glimmerschiefer beträgt etwa 8 Stunden, bei sehr stark und sicher arbeitenden Compressoren 7 Stunden; der durchschnittliche Tagesfortschritt im Richtstollen $4{,}_{58}$ m.

Auf der Westseite, bei Langen, ist das angefahrene Gebirge von wechselndem Charakter, brüchiger, mehr wasserführend, druckreicher. Hier arbeitet die Brand'sche Drehbohrmaschine vermittelst Wasserkraft und bohrt auf der Stollenfront 6 bis 8 Bohrlöcher.

Die Beschaffenheit des Gebirges verlangte wiederholt den Einbau starker Holzzimmerungen an Stelle der für die schnelle Förderung der Arbeit eingeführten leichten eisernen Einbaue. Im Richtstollen wird mit 50 bis 60 m. Abstand die Tunnelerweiterung in Angriff genommen, so dass der Aufbruch des vollen Tunnelprofiles schneller vorwärts geht, wie bei dem Bau mit Firststollen. Der Tagesfortschritt des Sohlenstollens auf der Westseite beträgt $3{,}_{03}$ m. — Die Temperatur im Tunnel ist eine mässige, was schon aus der Kürze der bis hier vorgetriebenen Tunnelstrecke erhellt; die Luft vollkommen rein und die Ventilation ausreichend. Der Gesundheitszustand der Arbeiter ist ein vortrefflicher; weder den Tunnelwurm, die Plage der Tunnelarbeiter in Göschenen und Airolo, noch Gehirn- und Nervenaffektionen als Aeusserungen der Minenkrankheit sind bis jezt aufgetreten. Allerdings waren Ende August 1881 im Ganzen nur ausgeführt: 2238 m. Sohlstollen, 1846 m. Firststollen, 1038 m. Vollausbruch und 931 m. Mauerung. Bis Ende Januar 1882 betrug der Baufortschritt im Sohlstollen 3529 m., im Firststollen 3106 m., im Vollausbruch 2121 m., in der Mauerung 1942 m. Der Tagesfortschritt beziffert sich mit $8{,}_{5}$ m. für Sohlstollen und Firststollen, $7{,}_{2}$ m. für Vollausbruch und $6{,}_{7}$ m. für Mauerung. Das Verhältniss des Fortschrittes auf der Westseite zum Fortschritte auf der Ostseite war 3:4. Bei einem gleichmässigen Tagesfortschritt von $7{,}_{6}$ m. würde der Durchschlag des Richtstollens im Monat März 1885 stattfinden, der Vollausbruch des Tunnels Mitte September. Könnte der Tagesfortschritt von $8{,}_{5}$ m. dauernd inne gehalten werden, so erfolgte der Durchlag schon nach 893 Arbeitstagen, d. h. etwa am 23. Juli 1884. Es wird mit dem Jahre 1886 aller Wahrscheinlichkeit nach die Arlbergbahn in die Reihe der grossen Verkehrslinien eintreten, Oestreich mit den Alpenländern und dem Westen verbinden, und der ungarischen Getreide-, Rindvieh- und Pferde-Produktion die bisher schwer zugänglichen Märkte vom südlichen Frankreich und der Schweiz eröffnen.

DAV Deutscher Alpenverein

Noch möchte in Bezug auf den Mont-Cenis-Tunnel bemerkt werden, dass derselbe auf französischer Seite sich senkt, und dass man einen neuen Eingang in denselben herstellt. Tausend Meter von der gegenwärtigen Mündung beginnend, auf 600 m. in den Tunnel mündend, sind gegen 900 m. des neuen Zuganges in der Ausführung beendet.

Für die Gegenwart, und wahrscheinlich auch für eine längere Folge von Jahren hinaus ist die Reihe der grösseren Eisenbahnbauten durch oder über die Alpen als geschlossen anzusehen, wenn man auch nicht daran zweifeln darf, dass die beiden natürlichen Hauptlinien, die vorwiegend dem französischen Interesse angehörige Simplonbahn, und die dem deutschen Interesse mehr entsprechende Gallinariobahn, noch eines Tages zur Ausführung kommen werden.

Welche Bedeutung die grossen Alpenbahnlinien für den Handel und Verkehr von Continental-Europa haben, wird sich erst erkennen lassen, wenn die Gotthardbahn in ihrer ganzen Ausdehnung in Betrieb gesetzt ist und in Verbindung mit der Mont-Cenis-Bahn ihren vollen Einfluss auf die europäische Handelsbewegung entfaltet. Wenn die vorhandenen Bahnen auch für den gegenwärtigen Umfang der Handelsbeziehungen ausreichen, lässt sich doch voraussetzen, dass ein wesentlicher Aufschwung des Durchgang-Verkehrs hervorgerufen und ein grosser Theil der Orientgüter die kürzesten Wege einschlagen wird.

Neben dem Welthandel wird aber auch der Binnen- und Zwischenhandel, der innere Verkehr auf enger begrenzten Territorien eine grössere Bedeutung gewinnen und die Anlage von zahlreichen Verbindungslinien verlangen; in Hochgebirgen hauptsächlich zwischen Nebenthälern und über die sie trennenden Gebirgsäste. Man wird Steige gangbar machen, welche bis jetzt nur von Jägern und Wildheuern erklettert wurden; man wird an Schluchten, Rändern und Felsbändern hin, durch unbetretene Klüfte und Schrunden, über Absätze und Thalstufen hin, den Zugang zu der Höhe des Gebirgszuges eröffnen, und

Einsattelungen, Gabelungen, Felsenthore und Scharten überschreiten, deren Zugänglichkeit eben erst versucht war.

Wenn die Wander- und Entdeckungsfahrten im Alpengebiete sich nun auch zum grossen Theile in der Bezwingung von erstiegenen und unerstiegenen Gipfeln concentriren, treibt der Reiz des Unbekannten doch schon hinreichend an, nie begangene und zweifelhafte Pfade einzuschlagen und neue Verbindungen zu gewinnen. Ein entdeckter Aufstieg, ein glücklicher Abstieg enthalten eine Reihe Vorarbeit für künftige Weganlage.

Hier bietet sich dem Alpenwanderer eine interessante Aufgabe, welche niemals ausser Acht gelassen werden sollte, wenn auch die Anlage selbst durch die Bedürfnissfrage entschieden wird.

DAV Deutscher Alpenverein

Obgleich nicht beabsichtigt ist, ein Verzeichniss der Alpen-Uebergänge anzufügen, so ist doch eine kurze, gruppenweise Zusammenstellung derselben, unter Hervorhebung der hauptsächlichsten gewiss nicht uninteressant.

Auf dem Osten der See-Alpen bildet der Uebergang aus dem Thale der Bormida di Stigno in das Thal der Aqua buona, auf der Strasse von Dego über Altare nach Savona, ca. 500 m. über dem Meere, die Grenzlinie zwischen den Alpen und dem Ligurischen Appennin. Der Monte alto, 973 m., ist als Ostpunkt der Alpen, der Monte San Giorgio, 1204 m., als Westpunkt des Apennin zu bezeichnen. Vom Monte alto steigt in nahezu westlicher Richtung der Gebirgszug zum Monte Settepani, 1620 m., Monte Fronte 2200 m., Glapier 3250 m., Enchastraye 3076 m. und in entsprechendem Verhältniss erhebt sich das Niveau seine Uebergänge. Die Strassen über San Bernardo di Garesia erreicht 1032 m., Colle di Nava 984 m; Col di Tenda schon 1579 m., Col de Larche, die westliche Begrenzung der See-Alpen 2019 (nach Anderen 2047) m. Vom Col de Sabbione, 2410 m., tritt eine Reihe von Gletscherpässen (im Ganzen 11) in der Schwebung von 2400 bis 2760 m. auf, zwischen denen 7 Saumwege führen, welche die Verbindung zwischen Stura und Tinea erhalten. Oestlich von Col de Sabbione kreuzen 20 Saumwege und 5 Passwege den Hauptkamm, von denen nur die dem Tendaübergange zunächst liegenden die Meereshöhe von 1000 m. überschreiten. Die zahlreichen Saumwege — auf den südlichen und westlichen Aesten der See-Alpen zählt man mindestens 20 Saumwege, 4 Strassen und 10 Passübergänge, auf den nördlichen und östlichen 2 Strassen, 10 Saumwege, 3 Fusswege und 2 Gletscherübergänge — befinden sich in der Hauptsumme unter 1200 und selbst 1000 m. Meereshöhe, und erreichen nur in den Gletscherpässen und dem Saumweg von Col de Champs über 2200 m. Der Westfuss der See-Alpen wird durch das tief und geradlinig nach Süden führende Thal der Tinea bezeichnet; zwischen Tinea und Vesubia führen drei Uebergänge über den Bergzug des Mont Tournairet.

In den Cottischen Alpen, welche vom Col de Larche bis zur Strasse über den Mont-Genèvre, 1914 m., reichen, sinkt die Kammhöhe nur bei diesem lezteren unter 2000 m. Die 18 Saumwege, 9 Fusswege, 8 Gletscherübergänge und der Tunnel der Traversette südlich der Meidassa, liegen in einer Schwebung zwischen 2300 und 3050 m., und werden von dem Rioburent, 3457 m., Monte Viso, 4069 m., und Meidassa, 3194 m., weit überragt. Unter den Gletscherpässen ist Colle die Ristolas, 2983 m. (auch di Soustra oder della Lanzetta genannt) der höchste, Burrone del Porco (Colour del Porco) 2942 m. der bekannteste. Unter den Saumwegen ist Colle Maurin (Colle di Nubiera) 2982 m. der höchste, der Saumweg über della Croce, aus dem Thale des Guil in das Thal der Luserna, 2314 m., so wie der Saumweg über Colle d'Abries, aus dem Thale des Guil in das Thal der Germanasca der begangenste.

Oestlich der Hauptkette führen aus dem Thale der Stura in das Thal der Maira 7, aus dem Thale der Stura in das Thal der Grana 10, aus dem Thale der Grana in das Thal der Maira 8, von denen Col della Scaletta 2627 m., Col di Servagna 2500 m. erreichen, während der östlichste, Col di Montemale nur 1016 m. ansteigt. Das Thal der Maira wird

Deutscher Alpenverein DAV

mit dem Thale der Varaita durch 17 Uebergänge verbunden; Colle di Sampeyre (oder Elva) hat 2400 m., der Saumweg über Colla della Rocciera nur 1796 m., Varaita- und Po-Thal verbinden 11 Uebergänge; Colle di Sagnette mit 2973 m. Colle di Luca mit 2478 m., und am östlichen Ende Colletto di Brondelli mit wenig über 1000 m. Erhebung.

Zwischen Po und Luserna (Pelice) zählt man 10 Uebergänge, darunter dicht am Ostfusse der Meidassa den Amait di Viso; zwischen Luserna und Chisone (Val Prali) 7, unter denen Fionira den höchsten, Coletta den niedrigsten bildet; zwischen Val Prali und dem Thale der Dora Riparia den Rodosella-Pass und zwischen Val Prali und dem Chisone (Valle di Pragelas) den Colle della Valletta. Den Chisone und Val Martino verbinden 7 Uebergänge, und den Chisone mit dem Thale der Dora Riparia 12, meist Saumwege, darunter die Strasse über den Col di Sestrières, 2015 m., und die Saumwege über Colle di Bourget, 2282 m., Vallon Barbier, 2741 m., Sabbione, 2567 m., und Malanotte 2582 m.

Der Hauptkamm der Grajischen Alpen, welcher von der Strasse über den Mont-Genèvre, 1914 m., bis zum Col de la Seigne, 2506 m. gerechnet wird, ist an zwei Stellen, und zwar durch den Saumweg des Col des Echelles de Planpinet, 1791 m., und durch die Strasse über den Mont-Cenis, 1730 m. tief eingeschnitten, und demnach in drei Abschnitte zerlegt, auf deren erstem, in welchem unter Col de Frejus der Mont-Cenis-Tunnel führt, die Kammhöhe bis 2500 m. steigt (im Col de la Grande Hache) auf deren zweiten dieselbe 2200 bis 3100 m. beträgt (im Col de Galambre) und auf deren dritten 18 Gletscherpässe neben einander in der Höhe von 2800 bis 3000 m. (davon der höchste Col de la Sassière) den Kamm überqueren, welcher nur in der Strasse über den kleinen St. Bernhard auf 2143 m. sinkt. Von den Gipfeln, welche den Gebirgskamm überragen, misst Chaberton 3218 m., Mont Tabor 3268 m., Mont Ampin 3462 m., Roccia Melone 3633 m., Levanna 3800 m., Mont Iséran 4151 m., Sassière 3893 m., Ormelune 3386 m., Ruitor 3432 m.

Oestlich der Hauptkette, zwischen der Dora Riparia und dem Thale der Stura di Valle di Viu überschreiten 12 Uebergänge den Gebirgszug des Monte Chivari, darunter der 2551 m. hohe Colle di Ferro, in der Mitte, wohl der bekannteste, Col Lombardo und sinken in Col di Liz (oder Fray) auf 1334 m. Zwischen der Stura di Viu und der Stura di Ala führen 6 Wege über den Rückenzug der Cima d'Ala darunter der Col Trelajet (Col de tre Laghetti) 2340 m., und Col Ciarmetta, 1323 m. Die Stura di Ala wird mit der Stura di Valle Grande durch 5 Uebergänge in Verbindung gesetzt, unter diesen der Gletscherpass Ghizet di Sea, 3105 m., der Crossiusse 1828 m., der Attia-Pass 2109 m. Endlich ist das Thal der Stura di Valle Grande mit dem Thale des Orco durch 14 Uebergänge über den von der Levanna und Cima di Bonzo bis zum Monte Soglio reichenden Gebirgszug verbunden. Unter diesen Colle perduto, 3240 m., Crocetta 2616 m., Bojanet 2370 m., Croce dell Intror 1946 m.

Zwischen dem Orco und der Savaranche, durch den Col de Nivolé, 2630 m., von dem Hauptkamme der Grajischen Alpen geschieden, erstreckt sich in östlicher Richtung das Massiv des Grand Paradis, 4178 m., mit der Ostspitze Cime de Roise Banque, 3151 m., der Nordspitze Mont Emilius, 3560 m., und Grivola, 4011 m., mit seinem Fusse bis zur Dora Baltea reichend, von zahlreichen Uebergängen gekreuzt. Unter den Hochpässen ist Col de Grand Crou, 3368 m., Col du Money, 3448 m., Col du Lauzon, 3325 m., Col de Lore, 3054 m., Col de la Nouva, 2974 m., Fenêtre de Cogne, 2832 m., zu nennen, während die überhaupt vorhandenen Uebergänge die Zahl von 50 beinahe erreichen. Aus Val Savaranche nach Val de Rhêmes führen 4, aus Val de Rhêmes nach Val Grisanche 3, aus Val Grisanche bis zur Thuille 2, und aus dem Thale der Thuille in das Thal der Allée blanche 2 Uebergänge; nächst ihnen der nur zu selten aufgesuchte Col de Chécouri, 2000 m. unterhalb des Mont Chétif, 2340 m. mit der grossartigsten Montblanc-Ansicht.

DAV Deutscher Alpenverein

Im Westen der Hauptkette vom Thaleinschnitte der Tinea bis zu dem Thaleinschnitte des Val des Glaciers und von der Mündung desselben von dem Laufe der Isère im Norden begrenzt, erstrecken sich die Dauphinée-Alpen (Alpen der Tarentaise und von Oisans). Zwischen Oronaye und Tinea sich an den Hauptkamm der Alpen anschliessend, reicht der südliche Zug derselben vom Enchastraye über Bonnette, Mont de Lans und Sestriéres nach dem Mont de la Blanche, in der Schwebung von 3000 bis zu 2500 m. drei Zweige nach Süden sendend, den östlichen zwischen Tinea und Var, im Mont Mounier noch 2330 m., den mittlen zwischen Var und Verdon, im südlichen Endpunkte Mont Honorat 2530 m. und dem westlichen, zwischen Verdon und Bleone, im Cugulion des trois Evêques 2500 m., im südwärts gelegenen Cheval blanc 2330 m. hoch. Zwischen Tinea und Var zählt man 10 Pässe, zwischen Var und Verdon 6, zwischen Verdon und Bachelard 1; westlich vom Verdon sind nur Col de la Cime, 1659 m., und Bedejun de la Clap zu nennen, beide südwestlich vom Cheval blanc; endlich zwischen Durance und Sasse der Col de Larche, 1350 m. und der Col de Turriers, in ungefähr gleicher Höhe.

An den Bogen des Gebirgskammes der Cottischen Alpen vom Enchastraye bis zur Meidassa, also zwischen Oranaye und Ubaye im Süden, und Guil und Dürance im Norden schliesst sich ein zweiter Gebirgszug, vom Rioburent ausgehend, über Roche la Garde und Courioux bis zum Mont de Savines, von ungefähr 6 Uebergängen im Grat überschritten, darunter Riaille und la Garde Gletscherpässe, Col di Vars 2120 m., Col de la Vachère 2620 m. — Zwischen Guil und Durance an die Glaisa reicht der Zug des Alpavin nach West, vom Col Mouriare, Col Isouard und A. m. überschritten.

Der Hauptgebirgszug der Dauphinée-Alpen schliesst sich jedoch an den Mont Tabor, von diesem zwischen Romanche und Arc nördlich bis zur Isére reichend, und vom Gipfel des Galibier mit der Pelvoux-Gruppe südwärts bis zum Mont la Couppa, von welchem der Gebirgszug wiederum in einem nord-

wärts gekrümmten Bogen über Pic de Bure, 2720 m., und Grant Ferrand, 2770 m., zur Tête d'Obian reicht. Im Centrum sind Pic des Arsines, 4100 m. Meije 3987 m., Pelvoux 3954 m., Ecrins 4103 m. zu nennen; unter den Hochpässen Col de la Cavale, Col des Ecrins, Col du Loup. Der Col du Lautaret, 2057 m. verbindet mit grossartiger Strasse die Thäler der Guisane und Romanche. Zwischen Clairée und Guisane zählt man 7 Uebergänge, zwischen Guisane und Guy 5, zwischen Drac und Dürance 3, zwischen Drac und Buch, so wie westwärts vom Drac etwa 10, zwischen Drac und Severaise 3, zwischen Severaise und Bonne 4, zwischen Severaise und Bonne einerseits und Montrion andrerseits 4 hauptsächliche, und zwar Brêche de Valsenestre, Col de la Muzelle, Col de Muande, Col de Sayz 3409 m. — Der Gebirgszug zwischen Romanche und Arc wird von zahlreichen Wegen überschritten. Zwischen Colle della Ponsonniere, zunächst dem Mont Tabor und Col du petit Cucheron, am Nordwestende sind 22 Uebergänge, darunter Galibier und Gorevon mit 2500 m., Infernet 2696 m., Martignare 3350 m., Aiguilles d'Arc 3200 m.

Einen der Krümmung des Arc parallelen Bogen bildet endlich der dritte Gebirgszug, zwischen Arc und Isère vom Mont Iséran durch den Col d'Iséran getrennt, über die Vanoise, 3880 m., den Borreau, 2590 m., den Mont Pascal 2150 m., bis zum Mont Arque, 2480 m., reichend. Auf dem Hauptzuge sind 18 Uebergänge zu nennen, darunter die Gletscherpässe Col du Fond, della Leissa, de la Montée du Fond, sämmtlich gegen und über 3000 m., die Saumwege des Chavières, des Encombres zwischen 2500 und 2000 m., u. s. w. Zwischen der Isère, dem Val des Glaciers und dem Hauptkamme führen 5, zwischen Isère und Val Pesey 3, zwischen Val Pesey und Doron 4 Uebergänge über die zwischenliegenden Gebirgsvorsprünge.

Die Kette des Montblanc, vom Bon Nant bis zur Dranse des Val Ferret vereinigt auf kurzer Strecke die höchsten Gipfel: Montblanc 4805 m., Aiguille du Géant, 4364 m., Aiguille du Moine, 4411 m., Grandes Jorasses, 4201 m., Mont Dolent 3831 m.

DAV Deutscher Alpenverein

u. A. m. und wird von 17 Gletscherübergängen gekreuzt, von denen die Mehrzahl über 3000 m. liegen und nur wenige bis 2800 m. herabsinken. Unter diesen ist Col du Géant, 3363 m. der besuchteste. Col du Bonhomme, 2485 m., und Col des Fours, 2711 m., Col de Balme, 2204 m., Pass vom Grant Ferret, 2536 m., so wie die 6 Uebergänge unter 1800 m. (Col du Belvedère, oder Pavillon Bellevue allerdings 1812 m.), sind sämmtlich stark begangen.

Im Norden und Westen der Montblanckette erstrecken sich die Savoyer Alpen in zwei, durch das Thal der Arve geschiedenen Gruppen bis zur Rhône, dem Genfer See und den niederen Höhenzügen auf der Westseite. Dem Zuge des Mont Joli, 2530 m. parallel geht der Zug von Pointe percée, 2800 m., Rocher de la Balma, 2650 m. und Mont Charvin, 2400 m., von welchem sich drei Rücken nach Nordwest wenden, welche vom Annecysee, dem Fier, der Borne und der Arve eingefasst werden. Zwischen der Isère und dem Doron zählt man mit Einschluss der Uebergänge aus und nach den Zwischenthälern 12, unter welchen Cormet du Roselend 1923 m., Col de la Louze 2121 m., Col Joli 2000 m. Der Zug des Mont Joli wird von 3 Pässen gekreuzt; über den Rücken zwischen Mont Joli und Tête de Pelouze führt der niedrige Col de Megêve, über den Höhenzug zwischen Pointe percée und Mont-Charvin 3 Uebergänge, die Grande (2460 m.) und Petite Fourche und der Col des Aravis. Unter den weiter westlich gelegenen Uebergängen sind nur Col de la Beurnaz, 1500 m. zwischen Fier und Borne, und Col du Haut, 1950 m., zu nennen. Weiter südlich vom Annecy-See führt eine Anzahl von Uebergängen über die Montagnes de Beau, mit den Gipfeln Belle Etoile 1840 m. und Mont Trelod, 2185 m.

Zwischen Rhône und Arve reicht der Gebirgszug vom Buet, 3189 m., über Tour Sallières, 3227 m., östlich von ihr Dent du Midi, 3283 m., Pic du Corbeau 1992 m. nach den Cornettes de Bise, 2439 m. und zweigt sich zwischen Arve und Giffre, Giffre und savoyescher Dranse, Dranse und Abondance, Abondance und Genfer See. Von den Uebergängen mögen Col des Montets, 1472 m., Col de Salenton, 2526 m., Col de Sagerou, 2410, Col de Couz, 1970 m., Pas de Morgins, 1411 m., Pas de Salvalne, 2082, Col de Lechaud, 2283 m., und Col d'Anterne, 2262 m., genannt sein.

Die Hauptkette der Penninischen und Lepontischen Alpen, vom Col de Ferret bis zur Furka, zwischen Dranse de Ferret, Rhône, Dora Baltea, Tosa und Reuss, bildet einen mächtigen Gebirgswall mit ausgedehnten Aesten nach Nord und Süd, deren niedrigsten Passübergang auf der einen Seite der Saumweg über den Grossen St. Bernhard, 2472 m., auf der anderen Seite der Saumweg Tiefensattel, 2436 m., unterhalb der Furka-Strasse bezeichnet. Von den 22 übrigen Uebergängen sind nur 6 keine Gletscherpässe; Col de Fenêtre, 2699 m., Col de Menouve (welcher mit einem Strassentunnel durchbohrt werden soll), Bistenen-Pass, die Strasse über den Simplon, 2010 m., Albrun-Pass 2410, Nüfenen-Pass 2441 m. Unter den Gletscherpässen ist Col de Fenêtre,, zunächst dem Mont Avril, 3341 m., ein besuchter Uebergang aus dem Bagnethale in das Bullierthal; der St. Theodulpass, 3322 m., zunächst dem Matterhorn, 4482 m., der Alt-Weissthor-Pass, zunächst dem Monte Rosa, 4638 m., der Monte-Moro-Pass, 2862 m. (der besuchteste Uebergang aus dem Saasthale in das Macugnana- [Anzasca-] Thal, Ritterpass (Boccareccio) 2700 m. aus dem Binnthale in das Cherascathal, Gries-Pass, 2446 m., (der besuchteste Uebergang aus dem Rhônethale in das Tosathal) zu nennen. Von den Gipfelpunkten sind aufzuführen: Mont Vélan, 3765 m., Aiguilles vertes, 3600 m., Mont Colon, 3738 m., Mont d'Hérens, 4180 m. Matterhorn, 4482 m., Breithorn, 4148 m. Mont rosa (Zumsteinspitze) 4638 m. Cima di Jazzi, 3818 m., Weissmiess, 4031 m., Fletschhorn, 4016 m., Monte Leone, 3565 m., Helsenhorn, 3183 m., Ofenhorn (Punta d'Arbola) 3270 m. und Pizzo Pesciora, 3123 m.

Auf den Aesten des Südabhanges führen von der Dora Baltea nach dem Val St. Remy 5 Uebergänge, darunter Col

DAV Deutscher Alpenverein

de Serena, 2310.; aus dem Thale des Bullier ostwärst Bec de Creton, Col de Redesson und Col de Cournères nach dem Val Tornanche, 5 Pässe nach Val St. Barthelemy, darunter die beiden Gletscherübergänge von Luseney und von Montagnaïa, 3280—3300 m. Das Val Tornenche steht mit dem Val Challand durch 6 Uebergänge in Verbindung, darunter Col cime blanche 2912 m.. Col de Portala 2433 m.; Val Challand mit Valle di Gressoney durch 9, darunter Betta Forca, 3021 m., Col de Cuneaz (oder de Pinta) 2499 m., Col de Ranzola, 2189 m. Aus dem Thale von Gressoney nach dem Thale der Sesia (Val Grande) vermitteln wenigstens 10 Uebergänge die Verbindung, unter diesen Col d'Ollen, 2909 m. und der Saumweg von Valdobbia, 2548 m. Südlich der Punta dei tre Vescovi bis zur Colma di Montbaron, 2377 m. gehen 7 Uebergänge aus dem Thale des Lys (Val Gressoney) nach dem Thale des Cervo; weiter östlich vier aus dem Thale des Cervo in das Thal der Sessera, und von hier zwischen Punta Scalacia, 2510 m., und Monte Telamone, ca. 2000 m., vier in das mittlere Thal der Sesia. Während das Sesiathal durch Colle di Lochie 3647 m. über den Macugnana-Gletscher, und Colle di Turlo, 2771 m. mit dem Thale der Anza in Verbindung steht, verbinden 6 Uebergänge das Sermenzathal, vier die Sermenza und das Thal des Mastalon, und niedriger werdende Uebergänge Val Strona, und Val Strona mit dem Thale der Tosa. Von dem dem Turlo-Passe zunächstliegenden Pigliamo-Horn, 2870 m., sinkt der Gebirgsast ostwärts, bis zum Piz Camino, 2190 m., und im gleichen Verhältniss die Uebergänge von Altare, Betta di Carcoforo, Betta di Tiguagua, aus dem Sermenzathale u. s. w. bis zum Col Baranca aus dem Mastalonthale auf 1800 m. Aus dem Thale der Anza nach dem Thale des Ovesco führen 5, von diesem nach dem Thale der Bogna ebenfalls 5, vom Bognathale nach dem Zwischbergenthale 2, der Pontimiapass, 2393 m. und der Muscera-Saumweg 2120 m. Oestlich von Monte Leone verbindet der Valtendra-Pass das Cherascathal und Devorathal, der Vaninpass

die Devera mit dem Lebendun-See, der Nufelgiu-Pass diesen mit dem Torrent des Griesgletschers.

Auf den nördlichen Zweigen der Penninischen und Lepontischen Alpen sind zwischen der Dranse des Ferret und der Dranse des Entremont Col des Planards, 2364 m., zwischen diesem und der Dranse des Bagnethales Col de l'Ane, 3037 m., und Les Arpalles, 2364 m. Vom Bagnethale nach dem Arollathale führt der Col du Mont Rouge, 3340 m. über den Getroz- und Cheillon-Gletscher nach dem Pas de Chèvres, 2851 m.; nach dem Thale der Dixence Col du Cret, nach dem Thale der Prinze der Pass vom Mont Gelé, und nach der Rhône die 5 bekannten Pässe Col Sageroux, Etablon, Pas du Lens, le Planard und en Chemin. Dixence und Borgne verbindet der Pass von Arzinot. Vom Hérensthale führt der Gletscherpass Col d'Hérens, 3480 m., nach Zermatt, 4 Uebergänge in das Thal der Navigance, darunter Col du Torrent, 2940 und Pas de Lona 2720 m. Vom Navigance- in das Turtmannthal gehen vier Pässe: Triftjoch 3540 m., Forcletta 2990 m., Z'Meiden- und Bella-Tola (Pas de Boeuf) 2790 m. Aus dem Turtmannthale bringt der schwierige Biespass, 3549 m., nach Randa im Nicolaithale; besser Jungpass, 3182 m., Schwarzhornpass 2900 m., und Dreizähnhornpass. Zwischen Nicolaithale und Saasthale wird nur durch schwierige Gletscherübergänge eine Verbindung über die Mischabelgruppe (4034, 4207, 4498, 4300, 3929 m.) hergestellt. Adlerpass, Allalinpass, Alphubeljoch, 3800 m. gehören zu den schwierigsten. Die Pässe von Visperterminen und Bistenen stellen nördlich des Mattwaldhornes und Rauthornes die Verbindung mit dem Simplonübergange her. Weiter aufwärts ist das Rhônethal mit dem Binnthale durch den Pass vom Schweifengrat verbunden.

Südlich vom Tessin, östlich von der Tosa, reichen die Tessiner Alpen vom Griespasse 2441 m. und Nüfenen-Passe, 2446 m., mit ihrem östlichen Gipfelzuge in einem dem Laufe des Tessin entsprechenden Bogen bis zum Piz Campo Tencca, 3078 m., mit ihrem westlichen Gipfelzuge dem Laufe der Tosa

DAV Deutscher Alpenverein

entsprechend, vom Kastelhorn, 3123 m., zum Pizzo del Forno, 2675 m., und seinen Ausläufen. Von der Tosa ostwärts führen der S. Giacomo-Pass, 2308 m., nach dem Tessin, Passo di Groppo, 2507 m., Scatta di Grosselli, 2462 m., Scatta del Forno, 2507 m., und zahlreiche andere nach dem Thale der Maggia; aus Val Maggia nach dem Tessin der Pass von Val Torta, 2583 m., von Navet, 2443 m., von Alp Sasello, 2346 m., u. A. m. Zwischen Onserone und Rovanna ist der Pass Porcareccio, 1924 m. und Cramalina di Catogna, 2035 m., zu nennen.

An die Furka schliesst sich westwärts die Kette der Berner Alpen, zwischen Rhône und Aar. Von Ost nach West bilden Finsteraarhorn 4275 m., Schreckhörner 4080 m., Mönch 4014 m., Jungfrau 4167 m. u. s. w. das Massiv von welchem sich der Gebirgszug über Blümlisalp 3670 m., Wildstrubel, 3258 m., Wildhorn, 3264 m., Diablerets, 3251 m., bis zur Dent de Morcles, 2938 m., ausdehnt. Vom Saumweg über die Hauseck (Maienwand, Grimsel) 2165 m. bis zum Saumweg über die Gemmi, 2302 m., besteht kein eigentlicher Uebergang über den Wall des Gebirges, aber 20 Gletscherpässe sind bekannt, von denen Oberaarjoch 3238 m., Rosenegg 3441 m., Jungfraujoch, 3560 m., Eigerjoch 3619 m., Mönchjoch 3687, Viescherjoch 3873 m. die bemerkenswerthesten. Die Saumwege der Gemmi, des Rawil, 2415 m. und des Sanetzsch, 2240 m. überschreiten weiter westlich den Kamm; im Süden desselben sind zwischen Dala und Lona 3 Uebergänge, zwischen Avençon und Lizerne der Pas de Cheville, 2036 m.

Auf den nördlichen Zweigen der Berner Alpen führt aus dem Thale der Aar in das Thal der schwarzen Lütschine der Saumweg über die grosse Scheidegg, 1961 m., östlich vom Faulhorn, 2683 m.; von der schwarzen Lütschine zur weissen Lütschine die kleine Scheidegg, 2060 m. und der Uebergang südlich des Männlichen 2191 m., nur 150 m. niedriger, wie dessen Gipfel; von der schwarzen Lütschine in das Kienthal die Sefinenfurke, 2611 m., in den Spiggengrund der Pass über den Sausgrat, 2435 m.; aus dem Kienthale in das Kanderthal der Pass vom Hochthürli,

oder Oeschinenfurke, 2705 m. Zwischen Kanderthal und Simmenthal ist der Saumweg über die Stalden-Alp, 1994 m., südlich vom Niesen, 2366 m. zu nennen; zwischen Engstligen- und Simmenthal der Uebergang von Hahnemoos, 1952 m.; zwischen Simme und Saane der Trüttisberg 2040 m. mit seiner prächtigen Alpenansicht, und der Krinnen, 1660 m., zwischen Saane und Grande Eau der Pillon, 1562 m.; zwischen Grande Eau und Grionne der Saumweg sur la Croix, 1739 m. Von den zahlreichen anderen Uebergängen mögen nur der von Gruben, 1843 m. zwischen Jäunli und kleiner Simme, der von Bürglen 1961 m., zwischen kalter Sense und Simme, und der über die Wahlalp, 1812 m., nordwestlich vom Stockhorn, 2193 m., genannt werden.

Die Vierwaldstädter (und Urner) Alpen, zwischen Aare und Reuss, werden von nur drei Gletscherpässen, der Alpiglenlücke, 2721, über den Wendengletscher und über die Bärengrub, 2118 m., überschritten; dagegen sind die Saumwege vom Susten 2262 m., vom Surenen 2305 m., von der Schonegg, 1925 m., der Strassenpass vom Brünig, 1030 m. und der Weg vom Brienzer Rothhorn, 2300 m., so wie der Joch-Pass, 2208 m., hervorzuheben. Eine grosse Anzahl von Gebirgsübergängen verbindet die Thäler von Reuss, Gadmen-Aa, Engelberg-Aa, Gyswyl-Aa, grosser und kleiner Emme u. s. w. Von den Gipfeln ragen Galenstock, 3598 m., Sustenhörner, 3511 m., Titlis, 3239 m., Uri-Rothstock, 2932 m., Brienzer Rothhorn, 2351 m. und Pilatus 2070 m. empor.

Oestlich der Reuss und nördlich des Rheines, bis an den Bodensee, erstrecken sich die durch das Thal des Wallensees unterbrochenenen Schwyzer, Glarner und Thur-Alpen, mit dem Tödi, 3623 m., Clariden, 3154 m., Scheerhorn, 3296 m., Glärnisch, 2913 m., Kuhfirsten, 2303 m., Säntis, 2504 m. Im Norden vorgeschoben der Rigi 1800 m. Der Höhenkamm erreicht im Strassenpass vom Oberalp-See 2063 m., steigt im Kreuzli auf 2350 m., im Pass über den Brunni-Gletscher auf 2736 m. und hält im Kisten-Pass 2500 m., im Panix 2410 m., im Segnes

DAV Deutscher Alpenverein

2625 m., in der Trinser Furke 2589 m., in der Ramina Furke 2235 m. und in der Widderstein Furkel 2214 m. Der Klausen-Pass erhebt sich nur 1962 m., der Pragel 1543 m. Die Uebergänge am Säntis erreichen nur im Pass über die Kamor-Alp 1560 m.

Die Hauptkette der Gotthard-, Adula- und Sureta-Alpen erstreckt sich vom Gotthard bis zur Maloja und wird von Gotthardstrasse, 2114 m., Bernhardinstrasse, 2063 m., Splügenstrasse, 2117 m. und Malojastrasse, 1811 m. überschritten. Der Uebergang aus Val Maigels nach Val Canaria liegt 2388 m., aus Val Piora nach Val Termine 2212 m., der Pass des Lukmanier 1917 m., der Greina-Pass 2360 m., der Gletscherpass vom Plattenberg 2770 m., von Loga 3002 m., von Alp Bregalga 2800 m. Der Madesimo-Pass 2280 m., der Parcincola-Pass 2720, der Pass vom Septimer 2311 m.

Auf dem Südabhange der Kette sind zwischen Tessin und Brenno die Uebergänge Pian alto, 2121 m., Pizzo Columbo, 2380 m. und Alp Varo 2129 m.; zwischen Brenno und Calandasca der Saumweg über Alp Giumella, 2120 m.; zwischen Calandasca und Moesa vier Uebergänge, darunter über Alp Tresculmene, 2153 m., und Buffalora, 2265 m.; zwischen Moesa und Liro der Balniscio, 2358 m., der Bardan, 2588 m., die Forcola, 2217 m., der Jorio, 1956 m. Auf den nördlichen Zweigen führen la Garvera, 2371 m., vom Medelsthale nach dem Somvixthale, Dieserut, 2424 m., vom Somvixthale nach dem Lungnetzthale, Tomül, 2417 m., von Valser Rhein zur Rabbiusa, Valser Berg, 2507 m. zwischen Valser Rhein und Hinter-Rhein, Forcellina, 2673 m., vom Aversthale nach dem Oberhalbsteiner Thale.

Die Kette der Graubündtner Alpen, von der Maloja bis zum Arlberg, östlich des Halbsteiner Rheines, nördlich vom Inn, wird von Piz Vadred, 3038 m., Piz Linard, 3416 m., Silvrettahorn, 3248 m. und kalten Berg, 2896 m. überragt und im Nordosten vom Thale der Alfenz und der Rosanna begrenzt. Dieselbe kreuzen die Strasse über den Julier, 2287 m., über

die Albula, 2313 m.; Sertigpass 2385 m., Scaletta, 2762 m. Die Strasse über Fluela, 2405 m., Flesspass, 2479 m., die Gletscherpässe Fuercla Zradell, Fermont und Futschöl, 2167 bis 2806 m., die Pieler Höhe, 2047 m., die Strasse über den Arlberg, 1603 m. Auf den nördlichen Abhängen sind hervorzuheben der Strelapass, 2377 m., zwischen Plessur und Landwasser, die Maienfelder Furka, 2445 m., zwischen Aroserwasser und Landwasser, das Schlapiner Joch, 2190 m., Antönier-Joch, 2336 m., Drusenthor, 2250 m., Schweizerthor, 2150 m. zwischen Landquart und Ill. Auf dem östlichen Abhange zwischen Inn und Trisanna Fimber-Pass 2605 m. und Sebiljoch, 2543 m.; zwischen Trisanna und Rosanna das Schneidjöchl, 2800 m., das Blankajoch, 2860 m.

Vom Arlberg nördlich liegen der Bregenzer Wald, die Arlberger, Allgäuer und Bairischen Alpen, im Süden vom Klosterthale (Alfenz) und vom Innthale begrenzt. Im Gebirgszuge sind Stanz-Spitze, 2869 m., Muttekopf, 2771 m., Mieminger, 2383 m., Solstein, 3024 m., Gufert, 2238 m., Sonnwend, 2003 m.; westlich vom Arlberge Schafberg 2700 m., Rothe Wand, 2740 m., Kleinspitze, 2640. m Nach Osten geben Almejur-Joch, 2224 m., Kaiserjoch, 2314 m., Steinjöchl, 2020 m., der Strassenpass auf der Fern, 1210 m., der Strassenpass von Seefeld, 1200 m., das Stempeljoch, 2119 m., das Lafatscher Joch, 2077 m., der Strassenpass von Buchau am Achensee, 950 m., die Reindler Scharte, nördlich der Wendelsteiner, 1518 m. die Linie der Kamm-Erhebung an.

Auf den nördlichen Zweigen sind im Bregenzer Wald und den Arlberg-Alpen das Faschinajoch, 1492 m., das Mädele-Joch, 1793 m., der Schadona-Sattel, 1822 m., das Gentscheljoch, 1975 m. zu nennen; von Gipfeln die Rothe Wand, 2830 m. und der Widderstein, 2531 m. Weiter östlich erheben sich Hochvogel, 2589 m., Nebelhorn, 2251 m., Gaishorn, 2694 m. Die Gebirgsübergänge auf dem Schroffen 1698 m., Karrer-Joch, 1793 m., Hornbach-Joch, 2043 m.; sodann der Strassenpass vom Vorder-Joch, 1149 m., der Pass von Gramais, 1263 m.,

DAV Deutscher Alpenverein

der Gletscherpass über den Reinthalferner, 2045 m., am Fusse der Zugspitze, 2974 m. Weiter östlich Plumser Joch, 1635 m., und Pfannjoch, 1856 m., endlich Kuhzagelalp, 1157 m. und Grafenberger Alpe mit dem sie überragenden Wendelstein, 1849 m.

Von der Maloja bis zum Reschen erstreckt sich die Hauptkette der Bernina-Alpen, im Norden von Maira und Inn, im Süden von der Adda begrenzt. Die Gipfel Monte della Disgrazia, 3680 m., Piz Bernina, 4052 m., Cima di Campo, 3305 m., Piz Ciumbraida, 3123 m., Piz Seesvenna, 3221 m. überragen den Kamm, dessen Höhe in den Gletscherübergängen Passo di Bondo, 3000 m., Forcella di San Martino, 2730 m., Muretro, 2555 m., über den Fex-Gletscher, 3021 m. aufsteigt, im Bernina-Uebergange nur 2230 m. erreicht und von Piz d'ils Lei, 3108 m. an, in einer wiederholt gebogenen Linie über Fuorcla, 2756 m., Foscagno-Pass 2300 m., Trepalle-Pass, 2100 m., Dossrotond, 2440 m., Sür Som (Cierfser Jöchel), 2155 m., und Sür Sass (ob der Wand), 2357 m., zum Reschen, 1493 m., reicht. Auf den südlichen Zweigen der Bernina-Alpen sind Cancianopass, 2550 m., Viola-Pass, 2460 m., und die im Mittelalter schon befestigte Scale di Fraele über den Monte delle Mine zu nennen, auf den nördlichen Aesten der Pass la Stretta, 2482, Luschadella, 2580 m., Buffalora, 2354 m.

An den Reschen östlich schliessen sich die Oetzthaler Alpen, im Westen von Stille und Etsch, im Osten von Eisack und Sill eingefasst. Den Hauptkamm derselben bezeichnen die Gletscherpässe Tschei-Joch, 2804 m., Langtauferer Joch, 3170 m., Hochjoch, 2875 m., Niederjoch, 3000 m., Eisjöchel am Bilde, 2888 m., Timbler Joch 2480 m., Langthaler Ferner, 3000 m., Brenner 1362 m. Auf den Südabhängen sind der Pass über die Ochsenalpe, 2800 m., Matschi-Joch, 3041 m., Jaufen 2154 m., Penser Joch, 2211 m., der Saumweg über den Ritten, 1340 m., und das Kreuzjoch zwischen Etschthal und Sarenthal zu nennen; auf den Nordabhängen Nauderer Tschei-Joch, 2677 m., Kaiser-Joch, 2934 m., zwischen Radurschelthal und Kaunserthal; Ma-

datzschjoch, 2440 m., und Wallfahrts-Jöchel, 2758 m., zwischen Kaunserthal und Pitzthal; Pitzthaler (Söldener) Jöchel, 3032 m., Taufkarjoch, 3200 m., Sextenjoch, 3238 m. und Taschachjoch, 3252 m., zwischen Pitzthal und Oetzthal, Bildstöckljoch, 3130 m., Mutterberger Joch, 3015 m., zwischen Oetzthal und Stubaithal; Gleiersches Jöchel, 2738 m., Hornthaler Joch, 2792 m., zwischen Melach- und Oberbergthal; Frauljoch, 2786 m., und Pinniser Joch, 2364 m., zwischen Stubai- und Gschnitzthal; Waldraster Jöchel, 1854 m., zwischen Stubai und Sill.

Westlich der Etsch erstrecken sich die Ortler-, Adamello- und Veltliner Alpen, von der Etsch einerseits, von der Adda andrerseits begrenzt, durch den Umbrail-Pass, 2512 m., an die Bernina-Kette an. Ihr Hauptzug wird durch Ortler, 3904 m., Königsspitze (Monte Zebru), 3853 m., Zufallspitze, 3795 m., Tonale, 3432 m., Adamello, 3650 m., Presanella, 3562 m., und Monte Care alto, 3462 m., in der Richtung nach Süden bezeichnet; vom Ortler-Massiv reicht jedoch ein zweiter Höhenzug in westlicher Richtung über Monte Oglio, 2750 m., Venerocolo, 2904 m., Redorta, 3128 m., Stella, 2870 m., bis zum tre Signori, 2460 m., ein anderer nach Osten, dem Laufe der Etsch parallel, mit der Lauchenspitze, 2429 m., und dem Monte Roën, 2053 m. Das Königsjoch, 3372 m., der Fornopass, 3334 m., Eisseepass, 3205 m., Hintere Grat, 3466 m., das Madritzschjoch, 3151 m., u. s. w. bezeichnen die Erhebung des Gebirgskammes in der Ortler-Gruppe. Auf dem westlichen Zuge senkt sich der Kamm im Gavia-Passe auf 2334 m., im Passe von Aprica auf 1234 m., steigt jedoch wiederum in den Pässen vom Sellero, Belviso und Barbellino über 2500 m. Vom Comer See zum Thale des Brembo führen die Forcella, die Forcella di Cedrino und der Pass über Madonna del Colmine; vom Brembo zur Seria der Pass vom Monte Cabianca, Marogella und Col di Zambla; von der Seria zum Dezzo der Saumweg vom Monte Manina, und von Giogio di Castone; vom Dezzo zum Oglio der Pass von Alp Colli (südlich vom Monte Venerocolo), der Zovetta- und der Campelli-Pass. Das Thal des Oglio

DAV Deutscher Alpenverein

und der Noce wird über den Tonale-Pass, 1875 m., verbunden, südlich desselben durch Passo del Lago Scuro, 2963 m., und südlich der Adamello-Gruppe durch Chossola- und Rossola-Pass und den stark begangenen Pass Croce Domini. Zwischen Chiese und Sarca liegt der Strassenpass von Bondo, 653 m., und der Uebergang über Monte Caverdino; zwischen Sarca und Noce der Mondifra-Pass, der Flavonapass, der Gletscherübergang über Bocca di Brenta, 2547 m., der Pass über Ceda-Alp; zwischen Noce und Ultenthal, beziehentlich Etschthal, der Pass über den Gleckberg, der Kirchberger Pass, 2478 m., der Pass über Unsre liebe Frau im Walde (Gampen-Pass), 1567 m., Pass von St. Valentin, Mendelpass und d'Asino-Pass. Aus dem Ultenthale in das Martellthal führen Zufrittjoch, 3072 m., Soy-Joch, 3019 m., Flimjoch; nach dem Etschthale Tartscher Scharte und Rontscher Joch, nach dem Trafoithale Madritzschjoch, 3151 m., und Eisseepass, 3205 m.

An den Brenner östlich schliesst sich die Haupt-Kette der Zillerthaler Tauern, im Norden vom Inn, im Süden von der Rienz, beziehentlich dem Ahrenthale, begrenzt. Der Kamm des Gebirgszuges reicht über das Pfitscher Joch, 2231 m., zu den Hochpässen Tratterjoch, 2972 m., Trippbachsattel, 2950 m., Keilbachjoch, 2838 m., sinkt dann zum Pass auf dem Hörndl, 2548 m., von da zu Weisskorscharte (Hundskehle), 2555 m., Heiligen Geistjöchel, 2670 m., Krimmler Tauernthörl, 2635 m., und Birnlücke, 2672 m., wieder ansteigend. Derselbe wird von Hochpfeiler, 3038 m., Löffelspitze, 3830 m., Schwarzenstein, 3367 m., Ahornspitze, 3000 m., Reichenspitze, 3130 m., überragt. Auf den nördlichen Aesten sind das Duxer (Schmirner) Joch, 2336 m., Kreutzjoch, 2770 m., Geisler (auch Duxer) Joch, 2320 m., Pfundsjoch, 2651 m., und der Pass über die Gerlos, 1457 m., zu nennen: auf den südlichen Aesten Passenjoch, 2417 m., Riegler Joch, 2434 m., Eisbrucker Scharte, 2544 m., Neveser Jöchel, 2806 m., Mühlwalder Joch, 2348 m., und Lappacher Joch, 2366 m.

Die Haupt-Kette der Hohen Tauern, von der Krimmler Ache

und dem Ahrenbache im Westen begrenzt, vom Arlthale und Murthale im Osten, von dem Uebergange über den Katschberg, 1641 m., im Süden, von der Salzach im Norden, wird im Höhenzuge von nachstehenden Spitzen überragt: Gross-Venediger, 3673 m., Dreiherrenspitze, 3499 m., Welitzspitze, 3492 m., Gross-Glockner, 3797 m., Bärenkopf, 3366 m., Johannisberg, 3475 m., Wiesbachhorn, 3577 m., Hochnarr, 3258 m., Sonnenblick, 3103 m., Gamskarkogl, 2465 m., Ankogl, 3253 m., Hafnerspitze, 2900 m., Grundeck, 2905 m. Den Höhenkamm bezeichnen die Pässe: Hinteres und Vorderes Umbalthörl, 2826 und 2963 m., Oberes, Zwischen- und Unteres Sulzbacher Thörl, 2880, 2970, 2953 m., Plesnitz-Scharte 2611 m., Velber Tauern, 2540 m., Kalser Tauern, 2682 m., Oedenwinkelscharte, 3287 m., Riffelthor, 3340 m., Bockkar-Scharte, 3075 m., Heiligenblut-Rauriser Tauern (Hohes Thor), 3572 m., Rossscharte, 2638 m., Tramer Scharte, (Rauriser Thor oder Windische Scharte), 2727 m., Malnitzer (Nassfelder) Tauern, 2414 m., Grosse und kleine Elendscharte, 2673 und 2509 m., Arlscharte, 2251 m.

Auf dem Nordabhange der Hohen Tauern werden die Thäler von Fusch, Winkel, Rauris, Gastein, Grosser und kleiner Ache (Arlthal) durch je ein oder zwei wenig besuchte Uebergänge verbunden. Auf dem Südabhange führt aus dem Ahrenthale (Prettau) in das Virgenthal das Vordere Umbalthörl, in das Defereggenthal das Merbjöchel, 2834 m.; aus dem Reinthale Klamml, 2318 m., in das Defereggenthal, und Antholzer Scharte, 2746 m., in das Antholzer Thal; von diesem der Staller Sattel, 2054 m., in das Defereggenthal. Aus dem Defereggenthale Villgrattner Joch, 2580 m., in das Winkelthal, Gsieser Thörl, 2194 m., in das Gsiessthal, Mullitz-Thörl, 2716 m., ins Virgenthal. Aus dem Iselthale in das Kalserthal geht man über das Kalser Thörl, 2205 m., aus dem Kalser Thale in das Möllthal über das Berger Thörl, 2649 m., und das Beischlager Thörl, 2480 m. Südlich desselben erhebt sich die Petzeck, 2705 m., und der Hohe Schober, 3243 m. Zwischen Drau und Möll sind Kreutzeck, 2768 m. und Schraneck, 2651 m.; die Ueber-

gänge vom Tabernig-Plan und der Hasler Alp bis etwa 2200 m. Zwischen dem Möll- und Fragantthale führt das Melen-Thor, ca. 2300 m., zwischen Fragant und Malnitz der Pass vom Feldseekopf, zwischen Malnitz- und Maltathal, wo sich die Säuleck zu 3081 m. erhebt, die Dösner Scharte, 2665 m.; zwischen Malta und Lieser die Rosseck, ca. 2300 m., zwischen Malta und Mur die Thorscharte, ca. 2500 m., und zwischen Lieser und Mur der Pass über den Katschberg, 1641 m., welcher die Kette der Hohen Tauern von den Kärnthener Alpen trennt.

Oestlich an die Hohen Tauern schliessen sich die Radstadter Tauern, vom Arl- und Murthale bis zur grossen Sölk, dem Donnersbache und Eselsberger Bache reichend. Der Pass der Murecke, ca. 2200 m., die Gletscherübergänge vom Raucheck-Kees und der Riefelwand, der Strassenübergang über den Radstadter Tauern, 1763 m., der Pass östlich der Gamsspitze, 2120 m., Gollingscharte, 2426 m., Kaiser-Scharte, 2294 m., Landschütz-Scharte, 2344 m., der Pass auf der grossen Sölk, 1790 m., charakterisiren die Höhenlage des Gebirgsrückens, welcher von der Hochpleis, 2705 m., Gamsspitze, 2409 m., Hochgolling, 2863 m., Scharfeck, 2700 m., und Predigtstuhl, 2533 m., überragt wird.

Auf dem Nordabhange werden die Thäler von Arl, Flachau, Zauch, Tauernache, Sölk durch verschiedene Uebergänge verbunden; am Fusse des zwischen der kleinen und grossen Sölk liegenden Knallsteines, 2599 m., führt der Pass über die Tachmar-Alpe. Auf dem Südabhange sind ebenfalls mehrere Uebergänge über die Höhenzüge zwischen Murwinkel, Zedderhausbach, Tauernache, Goriache, Lessache u. s. w. Der Pass vom Preber See, 1500 m., verbindet Lessache und Rentenbach, der Saumweg von Pöllau Ketschbach, Eselsberger Bach und Gollingbach.

Die kurze Kette der Rottenmann-Tauern, vom Pass über das Sölkfeld bis zum Eisenbahnpasse von Wald, 823 m., zwischen Paltenbach und Lisingbach, erhebt sich am Glatt, auf der Steinkelleralpe und Schreineralpe nicht über 2200 m., und im Strassenpass der Rottenmann-Tauern (Hohentauern) nur 1866 m. Ihre

Gipfelpunkte sind Hohenwarth, 2415 m., Hochschwung circa 2500 m., Heualp und Bösenstein ca. 2000 m.

Auf den nördlichen Aesten verbindet die Geschtemer Scharte, zunächst dem Gumpeneck, 2226 m., die grosse Sölk und den Irdingerbach, der Stein am Mandel, zunächst dem Rosenstein, 2507 m., den Streckau- und Triebenbach. Von den Verbindungen auf der Südseite seien nur der Pass vom Kasofen, 1889 m., zwischen Pusterwaldbach und Bretsteinbach, der Pass Kecken Friedeck, 1682 m., zwischen Bretstein- und Pölzbach, der Saumweg über die Sattelwiese, 1916 m., zwischen Pölzbach und Gailbach aufgeführt.

Vom Pass von Wald, ostwärts der Enns und Mur gegen die Donau, erstreckt sich der Kamm der Nieder-Oestreichischen Alpen (Maria-Zeller-Alpen) und der Wiener Wald. Die Höhe des Gebirgszuges nimmt auffallend ab. Der Pass über die Antoni-Kapelle, ca. 1350 m., der Strassenpass von Prebichl (Prebühl), 1207 m., dagegen die Pässe zwischen Pfaffenstein und Hochschwab über den Plankopf, 1898 m., über die Hochalpe, auch Speigboden, 1920 m., die Strasse über den Seeberg, nur 1310 m., der Pass über Buchalpe, 1382 m., der Pass am Geschaid, 1187 m., der Strassenpass über den Semmering, 991 m., der Freynsattel, 1063 m. Denselben überragen Rottwand, 1700 m., Wildfels, 1800 m., Reichenstein, 1880 m., Pfaffenstein, 2244 m., Hochschwab, 2725 m., Hohe Veitzsch, 1973 m., Heukuppe, 2003 m., Schneeberg, 2075 m., südwärts Hohe Umschuss, 1781 m., als Endpunkt im Osten Kahlenberg, 558 m., und Leopoldsberg, 446 m.

Von den Uebergängen auf den nördlichen Abhängen könnten der vom Vorderen Flitzen, zwischen Paltenbach und Johnsbach, über die Jarlingsmauer, zwischen Johnsbach und Hartelgrund, über die Steiner Brand-Alpe, zwischen Erzbach und Schwabeibach; auf dem Südabhange der Saumweg über den Zeberkopf, zwischen Vordernberger Bach und Rötzbach, und über den Eibenkopf, 1434 m., zwischen Hinterhofgrund und Veitschgrund genannt werden. Südwestlich vom Hohen Umschuss sind der

DAV Deutscher Alpenverein

Sonnkopf, 1670 m., und der Teufelstein, 1528 m., so wie der Pass über Pretul-Alpe, 1490 m.

Nördlich an den Uebergang aus der Gerlos, zwischen Zillerthaler und Hohen Tauern, schliessen sich die Salzburger Alpen, im Westen vom Zillerthale, im Süden vom Salzachthale begrenzt. Vom Salzachkopf, 2460 m., reihen sich die Gipfel östlich Thorhelm, 2492 m., Rettenstein, 2500 m., Gamshag, 2638 m., Pihapenkogel, 2084 m., und von hier, nordwärts umbiegend, übergossene Alm 2986 m., steinerne Meer, südliche und nördliche Schönfeldspitze, 2728 und 2748 m., Watzmann, 2658 m., Hirschbühel, 2400 m., und Untersberg, 2017 m. Oestlich des Königsees das Hagengebirge (Sonntagskopf, Hohe Göll) über 2500 m. Die Passhöhe der Geierspitze, am Salzachkopfe, beträgt 2100 m., an der Markuskapelle 1907 m., auf dem Filzensattel 1704 m., im Strassenpass Thurn 1275 m., im Passe an der Schmittenhöhe 1935 m., im Strassenpass bei Zell am See 754 m., auf Hundsalm 2110 m., auf Schwarz-Dientener Alp 1292 m., im Gletscherpasse Ramseider Scharte 2102 m., Buchauer Scharte 2281 m., Hochscharte 2245 m.; im Hirschbühlpasse sinkt sie auf 1186 m., im Schwarzbach-Wachpasse auf 890 m., erhebt sich im Pass vom hohen Geisstall auf 1538 m., und fällt im Hallthurnpass wieder auf 678 m. Auf den Nordabhängen der Salzburger Alpen sind zwischen Ziller und Arlbach, Arlbach und Wiltsche, Wiltsche und langer Grundache, so wie zwischen Inn und Briel und grosser Ache zahlreiche Uebergänge. Südlich vom Wildkaiser, 2707 m., der Pass über die Hochalpe, nördlich der Hohen Salve, 1824 m., Zwischen Ache und Traun führt der Pass über Kammerkirralpe, so wie der Eisenbahn- und Strassenübergang von Hochfilzen, 969 m.; zwischen Traun und Saalache der Pass vom Sonntagshorn, südlich des Sonntagshornes, 2000 m.

Im Anschluss an die Kette der Radstadter Tauern erstrecken sich östlich der Salzach, nördlich der Enns, durch den Pass von Wagrein (Schwaighofen), 980 m., von denselben getrennt, die Salzkammergut-Alpen. In einem durch tiefe Einschnitte unterbrochenen Höhenzuge erstrecken sie sich nach Ost, und von dem Hauptzuge in den nordwärts gerichteten Zweigen bis zu dem Hügellande von Oberöstreich. An den Pass von Wagrein stösst die Tanneneck (Grundeck), 1847 m., durch den Pass über den Rossbrand, und den Eisenbahnübergang von Eben, 950 m., vom Dachstein-Gebirge getrennt. Der Dachstein erhebt sich in der Dachsteinspitze, 2996 m., Hochhorn, 2974 m., Parseyer Spitze, 3021 m., in der an seinem Fusse liegenden Ochsenwiese zu 2370 m., und wird von den Gletscherpässen Weisse Taube, steinerner Mann und Missboden überschritten. Auf der Ostseite führt der Pass über die Grafenberger Alp aus dem Traunthale in das Ennsthal. Der Strassen- und Eisenbahnübergang von Oberstdorf (Klachau), 856 m., trennt den Dachsteinstock von dem Massiv des Weising- oder Henkasberges. Dieses erhebt sich im Weising 2020 m., im Grossen Priel 2600 m., im Kleinen Priel 2220 m., im Schönberg 2150 m., in der Warscheneck 2386 m. Der Strassenpass vom Spital am Pyhrn, 945 m., trennt es von der Hohen Bürgas, 2244 m., dem Hochthurm, 2266 m., und dem Buchenstein, 2700 m. Im Westen des Dachstein-Massivs erhebt sich das Tannengebirge im Rauheck 2587 m., im Schwarzkopf 2460 m., und wird auf der Grossen Scharte, der Griesscharte und dem Kar-Thörl überschritten. Zwischen dem Dachstein und dem Hochzinken, 1810 m., führt der Uebergang über die Zwieselalp, 1584 m., und Pass Gschütt, 1036 m., aus dem Thale der Traun in das Thal der Salzach. Zwischen Traun und Salzach sind der Gaisberg, 1286 m., der Schafberg, 1780 m., das Höllengebirge, im Feuerkogel 1591 m., in dem Alberfeldkogel 1706 m. zu nennen; zwischen Traun und Alm der Sarstein, 1973 m., das Todten-Gebirge, 2300 m., der Traunstein, 1732 m.; zwischen Steyer und Enns der Hohe Nock, 1860 m., im Sengsengebirge; doch von den zahlreichen Uebergängen ist keiner besonders bemerkenswerth.

Durch den Pass vom Toblacher Feld, von der Hauptkette der Hohen Tauern getrennt, schliessen sich im Süden die

Deutscher Alpenverein DAV

Trientiner, Fassaner und Cadorischen Alpen, zwischen Etsch und Piave, und zwischen Piave und Degano-Tagliamento an. Der Hauptgebirgszug wird durch Bürkenkopf, 2900 m., Cristallo, 3260 m., Tofanna, 3253 m., Cima prelongei, 2186 m., Marmolada, 3366 m., Sasso vernale, 3142 m., M. Cereman, 2300 m., Cima Lagorei, 2640 m., bezeichnet; südlich fortgesetzt im Monte Pasubio, 2337 m., und Cima tre Croci, 2047 m. Westlich zweigt sich ab Forcella, 2480 m., Rosszähne, 2500 m., Schlern, 2561 m., Rosengarten, 2982 m., Zangenberg, 2533 m. Ueber den Kamm des Gebirges führen der Pass vom Bürkenkopf, der Pass der Ampezzostrasse (Hohe Alm oder Cima bianche), 1331 m., der Pass vom Peremsee, 2000 m., Fanis-Pass, 2117 m., Pordoijoch, 2253 m., Forcella di Padon, 2374 m., Fedajajoch, 2029 m. Der Velazzapass bringt vom Avisiothale zum Cordevolethale, der Saumweg vom Colbriconsee, 1912 m., vom Avisio zum Bovo, das Palu-Joch, 2185 m., und das Bärenjoch, so wie der Strassenübergang von Levico von der Fersina zur Brenta, der Dobbio- (Doppo-) Pass, 1340 m., Lastepass (über den Pommberg), 1200 m., Revelto-Pass, 1340 m., und zahlreiche andere Uebergänge über den Höhenzug des Monte Pasubio und der Cima tre Croci. Unter den Gebirgsübergängen zwischen Rienz und Gaderbach ist der Rudopass, 1754 m., zu nennen; zwischen Gaderbach und Garden (Grödenbach), Forcellajoch, 2200 m., zwischen Gaderbach und Eisack Curtazjoch, 2000 m., und Lercher-Eck, 2000 m., zwischen Avisio und Gardena Sellajoch, 2230 m., zwischen Eisack, Etsch und Avisio der Saumweg über die Seisser Alp, 1820 m., Caresopass, 1820 m., Satteljoch, 2137 m., Lantzscher Pass, Kuglpass und Garopass, 1760 m. — Auf der Ostseite des Hauptgebirgszuges im Süden beginnend und nach Norden fortsetzend, sind zwischen dem Thale des Astico und dem Thale der Brenta die Uebergänge von Carbonari, Hochlcitenberg und Cima Vesena, auf dem Höhenzuge von Mandriola, 1870 m., und Cima Duodici, 2360 m., von den Sette Communi nach Val Sugana führend. Aus Val Campello in das Thal des Grigno führt ein Pass nördlich der Quarraza-

spitze, aus dem Campellothale in das Vanoithal der Pass von Sant Antonio zwischen Cima di Lagorei, 2680 m., und Cima d'Asta, 2800 m., und der Pass von Cauriol. Aus dem Grignothale in das Vanoithal, beziehentlich Cismonethal reichen fünf Uebergänge, darunter Col de Croce, südlich der Cima d'Asta; aus dem Vanoithale nach dem Cismonethal ein Uebergang südlich des Monte Cereman, und ein zweiter südlich Monte Tognola.

Zwischen dem Thale des Cismone und dem Thale des Cordevole erstreckt sich der Höhenzug des Sasso di Campo, 2703 m., und der Cima del Mezzodi, 2360 m., über welchen die Forcelette, 1866 m., Pass Palle, Saumweg Monte Cereda, 1357 m., Finestra, Col di Luna u. A. m. führen. Aus dem Thale des Cordevole in das Zoldothal, über den Rücken am Monte Civita, 2840 m., und vom Pramper Gebirge, 2300 m., führen der Pass vom Monte Coldai, der Durampass, 1635 m., u. s. w. Vom Zoldothale in das Boito- (Ampezzo-) Thal gehen acht Uebergänge, darunter der Pass von Chinie und der von Arsiera über den von der Rochetta, 2410 m., dem Monte Pelmo, 3168 m., und dem Monte Stormoi, 2610 m., überragten Gebirgszug. Passo tre Sassi, 1815 m., Col Druscie, 1743 m., Col d'Alfiere liegen südlich der Tofanna. Das Ampezzothal wird mit dem Auronzothale (Anziei-Torrent) durch den Col tre Croci, 1820 m., am Südfusse des Monte Cristallo, 3260 m., über welchen auch Cristallpass, 2826 m., führt, verbunden; Forcella di Rimbianco und Forcella di Marzon bringen nordwärts in das Rienzthal; das Giralbajoch, 2496 m., und die Forcella della Cengia, 2542 m., in das Sextenthal; das Otenjoch, 1747 m., nördlich des Monte Antelao, 3320 m., durch Val Oten ins Piavethal.

Vom Gipfel der Drei Zinnen, 3015 m., nach Osten dehnt sich der Hauptkamm der Cadorischen Alpen über die Spitzen des Agnello, Monte Quaterna, 2350 m., Rossekor, 2400 m., Antola, 2680 m., und der nur wenig südlicher gelegenen Paralba, 2843 m., und wird vom Saumweg über Creta d'Agnelio, dem Pass vom Zwölferstein, dem Saumweg über den Kreutzberg

DAV Deutscher Alpenverein

(Monte Croce), 1670 m., dem Saumweg vom Rossekor, und dem Pass vom Monte Antola (Barintopass), 2000 m. überschritten.

Von der Paralba, dem Laufe der Piave parallel, in nahezu südwestlicher Richtung, erstreckt sich die Kette der Venezianer Alpen vom Monte Tiersine, 2640 m., Crivola (Cridola), 2592 m., Monte di Lares, 2638 m., Monte Maggiore, 2300 m., Monte Cavallo, 2307 m. überragt, bis zum Monte Cesen, 1770 m. Von den zahlreichen Uebergängen seien nur nachstehende genannt: der Pass von Cimea, Monte Sidra, Mironalp, Cridola, Cima di Lares, Monte Cavalla. Auf den östlichen Ausläufen ist der Pass vom Monte Losa zwischen Lumici- und Deganothale, der Turton-Pass zwischen Cimolinathale und Tagliamento, der Precajene-Pass, zwischen Cellina und Meduna, und der Riccidune-Pass (Pass vom Monte Raut) zu nennen.

An das Massiv der Antola, Paralba und Cresta verde schliesst sich die Kette der Karnischen und Julischen Alpen, zwischen Degano-Tagliamento, Drau, Wurzener Sau, Laibach und Wippbach. Die Kellerwand, 3003 m., Monte Cogliano, 3000 m., Pollinig, 2385 m., Hochwipfel, 2180 m., Poladnig, 2000 m., Mangart, Prissnig, 2560 m., Triglav, 2912 m., Krn, 2303 m., Wochu, 1966 m., Schwarzenberg, 1890 m., Vissok Vrh, 1871 m. und das Plateau von Velki Vrh und Tarnowaner Wald liegen östlich vom Isonzo; vom Wischberg, 2733 m., abzweigend greift der Höhenzug des Monte Canin, 2800 m., Monte Maggiore, 1656 m. und Monte Colar (Colaurat), 1700 m. westlich des Isonzo vor. Von den Uebergängen über die Hauptkette sind zu erwähnen: Pass vom Kösselkofl, Strassenpass auf der Plecken (auch Kreutzpass), 1371 m., Pass vom Obelisk, Klausenpass, Poludingerpass, Strassenübergang von Saifnitz (Tarvis), 750 m., Vorsetzsattel, 1612 m., Lukniapass, 1890 m., Skarbiniapass (Bacapass), 1903 m., Jattopass, Legatowapass, Pass von Podperlaz, 873 m., endlich die Strassenübergänge von Merstilog, 771 m., und von Präwald, 512 m. Auf dem westlich des Isonzo nach Süden reichenden Höhenzuge sind Sattelpass,

Pass vom Wischberg, Uebergang über den Predil, 1169 m., Roccolanapass, Pass von Goreni-glawa u. A.

Zum Gebiete der Karnischen Alpen gehört der Gebirgsrücken zwischen Gail und Drau, nördlich vom Monte Quaterna durch den Pass von St. Leonhard, »In der Innerst«, 1518 m., vom Hauptgebirgszuge getrennt. Von den Gipfeln ist Zochen, 2113 m., Riegenkopf, 2450 m., Jauken, 2283 m., Reisskofl, 2491 m. bemerkenswerth, so wie die Uebergänge über den Gailberg, 1014 m., von Weissen-Briach, 1480 m., und von St. Anton, 1112 m.

Zwischen Drau und Mur, östlich vom Katschberg, 1641 m., und durch diesen von der Kette der Hohen Tauern getrennt, erstrecken sich die Steyrischen Alpen. Ihr Gipfelzug wird durch den Kaarboden, 2055 m., Königsstuhl, 2331 m., Roseneck, 2566 m., Eisenhut, 2441 m., Pranker Höhe, 2169 m., Kuhalpe, 1784 m., und die Zirbitz, 2388 m. bezeichnet; östlich des Lavanteinschnittes durch den Speikkopf, 1983 m., Rappelkopf, 1923 m., Speikopf, 1984 m., und die Hochalpe, 1638 m. Von den Uebergängen sind zu erwähnen: der Pass über den Kaarboden, 2035 m., der Pass an der Schwarzwand, 2274 m., der Saumweg vom grossen Turrachsee, 1763 m., der Pass vom Torer See, 1823 m., der Pass von der Haidner Alp, 1573 m., der Saumweg über die Hierzhöhe, über den Hirschstein, über die Kuhalpe, über den Auerlingssee, 1525 m., der Strassenpass über Taxwirth, 898 m., aus dem Lavantthale in das Murthal. Auf dem östlichen Kamme und seinen Zweigen ist der Pass bei den vier Thören, der Uebergang über die Koralpe, gegen 2000 m., und über den Plankopf, 1371 m., zu nennen. Südwärts vom Königsstuhl, zwischen diesem und der Millstädter Alp, 2086 m., führt der Pass vom Gregorle Nock und vom Ossiach-Gestüt, am Wöllaner Nock, 2080 m., der Pass vom Wöllaner Nock über die Wasserscheide.

Die Einsattelung des Gebirges zwischen dem Mangert und dem Peikogel bildet die Wasserscheide zwischen dem Lahnbache, einem Zuflusse der Gail, und dem Quellenbache der

DAV Deutscher Alpenverein