

Blaas, Geologischer Führer

durch die

Tiroler und Vorarlberger Alpen

554.364

B56g

v.1

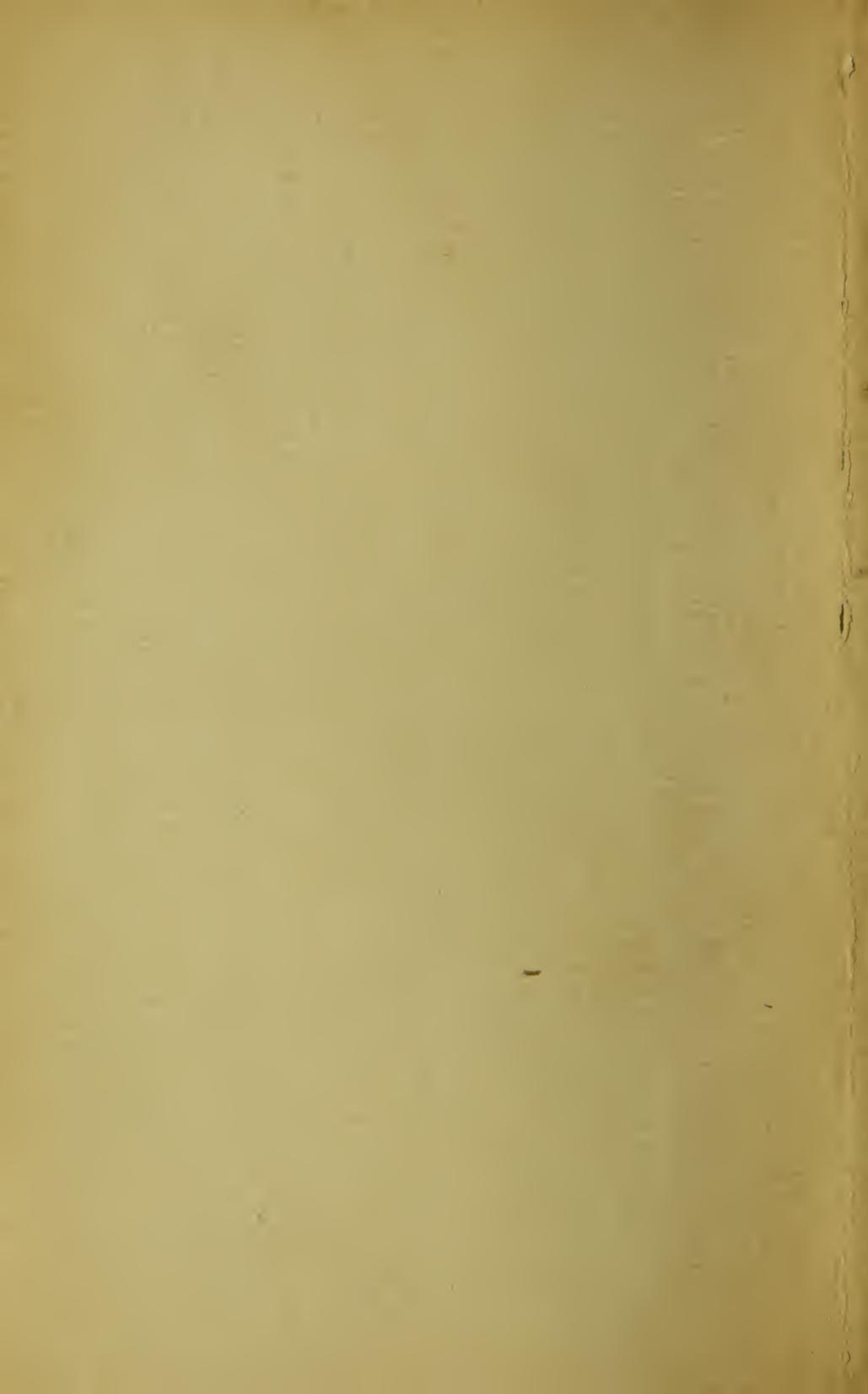
1.

Geologische Übersicht

Verlag der Wagnerschen Universitätsbuchhandlung

Innsbruck

GEOLOGY LIBRARY



GEOLOGISCHER FÜHRER

DURCH DIE

TIROLER UND VORARLBERGER ALPEN

VON

DR. J. BLAAS

O. O. PROFESSOR DER GEOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK.

MIT EINER GEOLOGISCHEN ÜBERSICHTSKARTE, EINER KARTE DER
DOLOMITE IN SCHWARZDRUCK UND 216 PROFILN UND
KARTENSKIZZEN.



INNSBRUCK.

VERLAG DER WAGNER'SCHEN UNIV.-BUCHHANDLUNG.

1902.

554364
6569
v. 1

gedruckt

Vorwort.

Das vorliegende Buch ist auf Wunsch des Herrn Verlegers entstanden. Es sucht dem Bestreben derjenigen Alpenwanderer entgegen zu kommen, welche in unseren Bergen neben dem ästhetischen Genusse auch Belehrung über Ursache und Wesenheit der Landschaftsformen suchen. Dem entsprechend ist es in erster Linie nicht für den Fachmann geschrieben. Dennoch wird auch dieser, besonders wenn ihm die Alpengologie ferner steht, eine kurze Zusammenfassung des geologisch Wichtigsten über eine Gebirgsgruppe und vor allem die ihm reichlich gebotene Literatur mit Dank entgegen nehmen.

Ich bin überzeugt, dass es mir nicht gelungen ist, Alle zu befriedigen. Der Localkundige, der jeden Stein am Wege erklärt haben möchte, der Techniker, dem die geologischen Veränderungen auf wenige Meter Distanz von Bedeutung sind, und der kunstsinnig und poëtisch veranlagte Wanderer, der Wert auf eine malerische Schilderung legt, werden so manches vermessen, was sie zu finden hofften. Den ersten beiden könnten nur die genauesten und langwierigsten Detailstudien Aufklärung bringen; allen Wünschen aber stellt der knapp zugemessene Raum ein unüberwindliches Hindernis entgegen. Dieser forderte eine mög-

lichst knappe Ausdrucksweise, so dass die meisten Verhältnisse mehr angedeutet, als geschildert werden konnten. Sicherlich haben diese Beschränkungen den Verfasser am empfindlichsten getroffen. Hier können nur monographische Schilderungen einzelner Gebiete, welche nicht bloss den geologischen Bau, sondern auch dessen Beziehungen zu den Reliefformen und, wo möglich, auch die Entwicklungsgeschichte des Gebietes darstellen, den an sie gestellten Anforderungen genügen.

Der kundige Fachmann, besonders derjenige, welcher mit den Schwierigkeiten gemeinverständlicher Darstellung Bekanntschaft gemacht, wird in Fällen, wo eine kritischere Behandlung nahe lag, begreiflich finden, dass dem Fernerstehenden der Gegenstand nicht mit all seinen Schwierigkeiten geboten werden kann; er wird manche Ungleichmässigkeiten in der Bearbeitung zurückführen auf die sehr ungleichwertige Erforschung verschiedener Alpengebiete; er wird wissen, dass eine derartige Zusammenfassung eben nur den gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnis darstellt und daher mit all den Fehlern dieses jeweiligen Standes behaftet sein muss.

Geologische Führer sind in neuester Zeit da und dort erschienen; alle führen in geologisch besonders interessante Gegenden ohne Rücksicht auf die übrigen. Ich habe mir mit dem vorliegenden Buche die Aufgabe gestellt, ein grösseres Gebiet vollständig und nach Art eines Reisehandbuches zu behandeln. In wie weit mir dieser erste derartige Versuch zur Zufriedenheit des naturfreundlichen Alpenwanderers gelungen, muss ich dahin gestellt sein lassen. Sollte der Zweck nur theilweise erreicht sein, so mag, neben der eigenen Schwäche, der Grund wohl auch in dem Umstande liegen, dass dank unserer vorherrschend philologischen Schulbildung gerade unsere Mutter Erde eine „terra incognita“ ist, dass es sich hier um Begriffe und Vorstellungen handelt, welche selbst dem Gebildeten vollkommen fremd sind. Hoffen wir, dass die in neuerer

ist ziemlich reichlich gebotene Gelegenheit, sich wenigstens ausserhalb der Schule in geologischen Dingen zu unterrichten, und dass vielleicht auch das gerade durch den gegenwärtigen Versuch geweckte Bedürfnis nach geologischem Wissen den Gesichtskreis des modernen Menschen auch auf diesem Gebiete erweitert.

Zur Anlage des Buches selbst sei kurz folgendes bemerkt. Der erste Theil, die Beschreibung des Baumaterials und die Übersicht des geologischen Baues, bildet für sich ein abgeschlossenes Ganzes, zu dem der zweite Theil, der Führer, nur die Einzelheiten liefert. Ein geplanter dritter Theil, die geologische Geschichte des Landes, musste ausfallen, um das Buch nicht über die gesetzten Grenzen zu vergrössern. War doch selbst in dieser Beschränkung die äusserste Kürze im Ausdrucke geboten. Aus dem gleichen Grunde konnte Vorkommnissen, welche ein rein mineralogisches Interesse besitzen, kein Augenmerk zugewendet werden. Andererseits habe ich mich aber bemüht, technisch wichtige Vorkommnisse, vor allem ältere und neuere Bergbaue, möglichst vollzählig aufzuführen.

Auf Schritt und Tritt hemmend wirkte die Thatsache, dass über grosse Gebiete des Landes nur sehr wenig bekannt ist. Nicht nur von den Centralalpen, auch von einem grossen Theil der nördlichen Kalkalpen und der westlichen Grenzgebiete besitzen wir nur ältere Übersichtsaufnahmen. Hier werden neuere Arbeiten ganz wesentliche Änderungen der Darstellung nach sich ziehen. In den viel besser bekannten Südalpen machen sich die schroffen Gegensätze in der Auffassung der Verhältnisse dem zusammenfassend Darstellenden sehr unangenehm bemerklich.

Dem kurzen Worte sind nach Thunlichkeit erläuternde Abbildungen beigegeben worden. Ohne solche, besonders ohne Karten, ist es kaum möglich verständlich zu werden. Im vielbegangenen Gebiete der Dolomite glaubte ich dem Interessenten durch eine verkleinerte, in Schwarzdruck ausgeführte Wiedergabe der grossen Karte von Mojsisovics

entgegen zu kommen. Die farbige Übersichtskarte soll, soweit es beim zulässigen Massstabe eben möglich ist, auf den übrigen Gebieten aushelfen. Die Herstellung dieser Karte sowie die Ausführung des ganzen Werkes, die sich ja an vielen Stellen lediglich auf die Karte stützen konnte, wäre unmöglich gewesen, ohne das freundliche Entgegenkommen der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien, welche die Benützung von verkleinerten Copien ihrer Aufnahmen, die nicht publiciert sind, gestattete. Ich fühle mich umso mehr zu Dank verpflichtet, als ich den seinerzeit von dem gegenwärtigen Director dieser Anstalt, Herrn Hofrath Dr. G. Stache, präcisirten Standpunkt in dieser Frage kenne und vollauf würdige.

Auch bezüglich der Karte und der Durchschnitte muss, wie oben rücksichtlich des Textes, hervorgehoben werden, dass sie nicht alle vom Laien an sie gerichteten Ansprüche befriedigen können. Profile und Karten zeigen in gewisser Hinsicht viel mehr, als beobachtet wurde; sie geben die Auffassung wieder, welche sich der aufnehmende Geologe vom Baue aus verhältnismässig wenigen Beobachtungen gebildet hat. Andererseits aber hängt der Grad der Leistungsfähigkeit solcher bildlicher Hilfsmittel von dem Massstabe ab, in dem sie gezeichnet sind. Dieser gestattet entweder die Wiedergabe gewisser Einzelheiten wegen ihrer geringen Ausdehnung nicht, oder er lässt — wie vielfach auf unserer Karte — ihre Darstellung im Interesse der Übersichtlichkeit nicht wünschenswert erscheinen. Man beachte z. B., dass in unserer Karte der Durchmesser feiner Linien schon ungefähr 50 m in der Natur entspricht! Also selbst auf Karten in zehnmal grösserem Massstabe könnte man bei der peinlichsten Detailaufnahme oben angedeuteten Forderungen kaum nachkommen.

Auf dem noch ganz unsicheren Gebiete der phyllitischen Schiefer in den Centralalpen habe ich es vorgezogen, mehr diesem Stande der Unsicherheit Rechnung zu tragen als einer Hypothese Ausdruck zu verleihen. Für einzelne Ge-

biete, wie z. B. für die Gegenden an der westlichen Landesgrenze, liegen überhaupt nur ganz unzureichende Angaben vor. Auch die Zuzählung gewisser Gesteine zur Gneiss- oder Granitfamilie ist sehr schwierig. Besonders gilt dies im Gebiete des sog. Centralgneisses. Nur für den östlichen Theil der tirolischen Tauern liegen Angaben vor, welche eine Ausscheidung des intrusiven Granits thunlich erscheinen liessen; im westlichen Theile habe ich die ältern Kartenangaben gelten lassen müssen. Die pegmatitischen Einschaltungen wurden als granitische Lagermassen eingetragen. Auch bezüglich der mit den krystallinen Schiefen verbundenen Kalke habe ich es, obwohl in neuerer Zeit ein Theil derselben gewissen mesozoischen Formationen zugerechnet wird, nicht über mich vermocht, sie vor Erreichung einer grösseren Sicherheit der einen oder anderen Formation zuzuzählen.

Man pflegt ein Buch, wie ein Kind, mit Segenswünschen in die Welt zu schicken. Ich möchte meinem Buche nur den einen oben angedeuteten Erfolg wünschen, dass es nämlich Freude an einer gründlicheren Naturbetrachtung erwecke und das tiefere Verständnis der Reliefformen unseres Alpenlandes erleichtere.

Innsbruck, im August 1901.

Der Verfasser.

Inhalt.

Vorwort III

Das Baumaterial 2

Krystalline Schiefer der archaischen Zeit 3

Gneiss 3 — Gneissphyllit 4 — Glimmerschiefer 5 —
Phyllit 5 — Hornblendeschiefer, Chloritschiefer etc. 7

Gesteine unsichern und paläozoischen Alters 8

Brenner-Schiefer 10 — Wildschönauer-Schiefer 10 — Tu-
xer-Grauwacken 11 — Mauthener-Schichten 11 — Kie-
selschiefer 11 — Bündener-Schiefer 11 — Carbon-
gesteine 12 — Tarnthaler-Quarzitschiefer 13 — Aeltere
Perm-Schichten 13 — Verrucano 14 — Grödener-Sand-
stein 15 — Bellerophon-Schichten 16 — Schwazer-
Kalk 17 — Uebersicht der paläozoischen Formations-
reihe 18

Mesozoische Gesteine 19

A. Triasgesteine 19

Werfener-Schichten 19 — Seiser-Schichten 20 — Cam-
piler-Schichten 20 — Clarai-Schichten 21 — Gutensteiner-
Kalk 21 — Zellendolomit 21 — Alpiner Buntsand-
stein 22 — Myophorien-Schichten 22 — Alpiner Muschel-
kalk 22 — Virgloriakalk 24 — Mendola-Dolomit 25 —
Buchensteiner-Schichten 25 — Wengener-Schichten 26 —
Cassianer-Schichten 27 — Partnach-Schichten 27 —
Wettersteinkalk 28 — Arlbergkalk 29 — Ramsau-Dolo-

mit 30 — Schlern-Dolomit 30 — Cipitkalk 34 — Lom-
meli-Schichten 34 — Raibler-Schichten 34 — Cardita-
Schichten 36 — Hauptdolomit 37 — Dachsteinkalk 38
— Kössener-Schichten 38 — Grenzdolomit 39 — Ortler-
kalk 39 — Übersicht der Triasformation 40

B. Juragesteine 41

Lias 41 — Algäu-Schichten oder Fleckenmergel 41 — Ad-
netherkalk 41 — Hierlatzkalk 42 — Bunte Cephalopoden-
kalke 42 — Graue Kalke und Rozzo-Schichten 43 —
Oolithe der Südalpen 43 — Medolokalk 44 — Rhy-
chonellen-Schichten 44 — Calcare Ammonitico rosso inf.
44 — Jura (im engeren Sinne) 44 — Aptychen-Schichten
und Hornsteinkalke 45 — Brachiopodenkalk 45 — Vilser-
Kalk 45 — Posidonomyen-Schichten 45 — Acanthicus-
Schichten 46 — Diphyakalk 46 — Übersicht der Jura-
formation 47

C. Kreidegesteine 48

Die Kreideformation in den Nordalpen
westlich vom Lech 48 — Neocom 48 — Urgon 48 —
Gault 49 — Seewen-Schichten 50 — Die Kreidefor-
mation in den Nordalpen östlich vom Lech
50 — Neocom 50 — Gault 51 — Cenoman 51 — Gosau-
Schichten 51 — Die Kreideformation in den
Südalpen 52 — Flysch 52 — Übersicht der Kreidefor-
mation 54

Kainozoische Gesteine 54

A. Tertiärgesteine 54

Alttertiär 54 — Jungtertiär 57 — Übersicht der Ter-
tiärformation 58

B. Quartärgesteine 58

Diluviale Bildungen 58 — Alluviale Sedimente 61

Krystalline Massengesteine 61

Granit 62 — Quarzporphyr 62 — Orthoklasporphyr 64
— Monzonit 64 — Diorit 64 — Tonalit 64 — Diabas 64
— Porphyrite 65 — Paläoandesite 65 — Augitpor-
phyr 66 — Melaphyr 67 — Gabbro 67 — Basalt 67 —
Pyroxenit 67 — Serpentin 68 — Tafel der Formatio-
nen 69

Übersicht des geologischen Baues 70

Gesteine 70 — Bau 71

Nördliches Alpenvorland 76

Tertiärgebilde 77 — Quartärgebilde 79

Nördliche Kalkalpen 83

1. Rhätikon 87
2. Lechthaler Alpen 92
3. Bregenzer Wald 94
4. Wetterstein-Gruppe 99
5. Karwendel-Gruppe 100
6. Brandenberger-Gruppe 108
7. Kaiser Gebirge 111
8. Vilser Gebirge 114
9. Ammergauer Alpen 118
 - a) Hohenschwangauer Alpen 120
 - b) Ammer Gebirge 122
 - c) Laber Gebirge 123
 - d) Farchanter Alpen 124
10. Altbayerische Alpen 125
 - a) Walgauer Gebirge 126
 - b) Risser Gebirge 127
 - c) Kreuter Gebirge 128
 - d) Zeller Gebirge 128
 - e) Chiemsee-Gebirge 129
11. Waidringer Alpen 131

Centralalpen 134

12. Silvretta Alpen 139
 - a) Fermunt-Gruppe 141
 - b) Ferwall-Gruppe 142
 - c) Samnaun-Gruppe 142
13. Spöl Alpen 143
14. Ötztthaler Alpen 146
 - a) Venter-Gruppe 148
 - b) Stubai-Gruppe 149
15. Adamello Alpen 152
16. Ortler Alpen 159
17. Penser Gebirge 164
18. Hohe Tauern 167

- a) Zillertaler Alpen 168.
- b) Venediger-Gruppe 169
- c) Glockner-Gruppe 170
- d) Pfunderser Gebirge 170
- e) Rieserferner-Gruppe 171
- f) Vilgrattener Gebirge 172
- g) Röth-Gruppe 172
- h) Schober-Gruppe 173

19. Tuxer Thonschiefer Gebirge 173

20. Kitzbüheler Alpen 175

Südliche Kalkalpen 178

21. Brescianer Alpen 184

22. Brenta-Gruppe 187

23. Monte Baldo 189

24. Sarca-Gruppe 191

25. Nonsberger Alpen 194

26. Vicentinische Alpen 196

27. Cima d'Asta-Gruppe 201

28. Porphyryplateau von Bozen 204

29. Südtiroler Dolomite 208

- a) Pfannhorn-Gruppe 214

- b) Schlern-Rosengarten-Gruppe 215

- c) Gruppe des Peitlerkofls 218

- d) Geislerspitzen-Gruppe und Gardenazza Gebirge 219

- e) Langkofel- und Sella-Gruppe 221

- f) Gruppe der Marmolata 223

- g) Eruptivgebiet von Fassa und Fleims 226

- h) Pala-Gruppe 229

- i) Gruppe des Sett Sass, Nuvolau und der Rocchetta 232

- k) Prager Hochalpen, Kreuzkofl-, Tofana- und Cristallo-Gruppe 235

- l) Sextener-Dolomite 237

30. Belluneser Hochalpen 239

31. Gailthaler Alpen 241

32. Karnische Hauptkette 244

Geologischer Führer 249

Bayerische Alpen 249

1. München—Rosenheim—Chiemsee 249
 1. Rosenheim 249 — 2. Holzkirchen—Rosenheim 250 —
 3. Rosenheim—Chiemsee 250
2. Reichenhall—Lofer—Saalfelden 251
 1. Übersicht 251 — 2. Reichenhall 251 — 3. Unken 253
 - 4. Unken Klamm 253 — 5. Lofer—Saalfelden 254
3. Obersiegsdorf—Reit i. W.—Unken 255.
 1. Obersiegsdorf 255 — 2. Weisse Traun 257 — 3. Ober-
 - siegsdorf—Inzell—Unken 258
4. Marquartstein—Kössen—Reit i. W. 259
 1. Übersicht 259 — 2. Grossachenthal 260 — 3. Unter-
 - wessen—Reit i. W. 260
5. Aschau—Kufstein 261
 1. Nieder-Aschau 261 — 2. Prienthal 262
6. Rosenheim—Kufstein 263
 1. Übersicht 263 — 2. Rosenheim 264 — 3. Ober-
 - audorf 266
7. Miesbach—Schliersee—Thiersee 268
 1. Miesbach 268 — 2. Schliersee 268 — 3. Spitzingsee—
 - Valepp 269 — 4. Leitzachthal und Wendelstein 270
 - 5. Urspringthal 272
8. Tegernsee—Achensee 273
 1. Tegernsee 273 — 2. Kreuth 275 — 3. Kreuth—Achen-
 - thal 275
9. Tölz—Isarthal—Rissthal 276
 1. Tölz 276 — 2. Länggries 277 — 3. Isarthal—Dürrach-
 - thal 278 — 4. Rissthal 279
10. Würmsee—Kochelsee—Walchensee—Mitten-
wald—Scharnitz 281
 1. Würmsee 282 — 2. Kochelsee 282 — 3. Walchensee
 - 283 — 4. Walgau 284 — 5. Mittenwald 284
11. Murnau—Partenkirchen—Lermoos—Mitten-
wald 285
 1. Murnau 285 — 2. Eschenlohe 286 — 3. Oberau—
 - Graswangthal—Ammergau 286 — 4. Farchant 288 —

5. Partenkirchen—Zugspitz 288 — 6. Eibsee—Ehrwald 290 — 7. Partenkirchen—Mittenwald 290

12. Füssen 291

1. Füssen 291 — 2. Trauchgau—Füssen 291 — 3. Rosshaupten—Füssen 292 — 4. Nesselwang—Füssen 293 — 5. Hohenschwangau—Bellatthal—Säuling 293

13. Immenstadt—Illerthal 294

1. Illerthal 294 — 2. Gunzesriederthal—Hittisau 295 — 3. Grünten 295 — 4. Sonthofen—Hindelang—Tannheim 296 — 5. Oberstdorf 298

14. Immenstadt—Lindau 301

1. Immenstadt 301 — 2. Oberstaufen—Lindau 302 — 3. Weiler—Bregenz 302

Vorarlberg 303

15. Umgebung von Bregenz 303

1. Bregenz und der Pfänder 303 — 2. Der Bodensee 304

16. Bregenzer Wald 306

1. Übersicht 306 — 2. Schwarzach—Alberschwende—Egg 307 — 3. Egg—Hittisau—Oberstaufen 308 — 4. Hittisau—Sibratsgfall 308 — 5. Egg—Bezau—Mellau—Au 308 — 6. Au—Schröcken—Lech 310

17. Bregenz—Bludenz—Arlberg 310

18. Umgebung von Dornbirn 313

1. Übersicht 313 — 2. Dornbirn—Hohenems 313 — 3. Götzis—Rankweil 315

19. Umgebung von Feldkirch 315

1. Feldkirch 315 — 2. Dreischwestern—Pilatus—Heupiel 316 — 3. Feldkirch—Vaduz—Maienfeld 317 — 4. Saminathal 318 — 5. Gallinathal 318 — 6. Gamperththal 319.

20. Grosses Walsertal 319

1. Übersicht 319 — 2. Bludenz—Raggal—Marulthal—Formarinsee 320 — 3. Sonntag—Faschinajoch—Damüls 321 — 4. Sonntag—Buchboden—Schadona-Pass—Schröcken 321 — 5. Rothenbrunn 321 — 6. Huttlerthal—Johannesjoch—Lechthal 321

21. Bludenz und das Klosterthal 322
 1. Bludenz 322 — 2. Klosterthal 323 — 3. Branderthal—
 Scesaplana—Prätigau 324
22. Montavon 326
 1. Übersicht 326 — 2. Bludenz—Schruns 327 — 3. Rells-
 thal 327 — 4. Gauerthal 328 — 5. Gampadellthal 328 —
 6. Silberthal 329 — 7. Schruns—St. Gallenkirch—Gar-
 gellenthal 329 — 8. St. Gallenkirch—Gaschurn—Gannera-
 thal 330 — 9. Partennen - Grossfermunthal—Silvretta—
 Piz Buin 331
- Nordtirol 333**
23. Kufstein—Innsbruck 333
24. Umgebung von Kufstein 337
 1. Kufstein 337 — 2. Kaiserthal 338 — 3. Thiersee—Landl
 339 — 4. Eiberg—Söll 340
25. Walchseethal—Kössen—Reit i. W. 341
 1. Walchseethal 341 — 2. Kössen 342 — 3. Kössen—
 Reit i. W. 343.
26. Umgebung von Wörgl 343
 1. Wörgl 343 — 2. Häring 344 — 3. Wildschönau 345
 — 4. Angerberg 346
27. Söll—St. Johann—Waidring—Lofer 347
 1. Söllland 347 — 2. St. Johann in Tirol 348 — 3. Wai-
 dring 348
28. Zell am See—Wörgl (Giselabahn) 349
29. Umgebung von Fieberbrunn 352
 1. Übersicht 352 — 2. Fieberbrunn—Hochfilzen—Saal-
 felden 353 — 3. Schwarzachenthal 353 — 4. Pletzer-
 thal 354 — 5. Trattenbachthal 354 — 6. Fieberbrunn—
 Waidring 355
30. Umgebung von Kitzbühel 355
 1. Kitzbühel 356 — 2. Kitzbühel—Horn—Fieberbrunn 357
 — 3. Grossachenthal 357 — 4. Brixenthal 358.
31. Umgebung von Hopfgarten 360
 1. Hopfgarten 360 — 2. Hohe Salve 360 — 3. Windau-
 thal 361 — 4. Kelchsauthal 361

32. Umgebung von Brixlegg und Rattenberg 362
 1. Übersicht 362 — 2. Alpbachthal 366 — 3. Kramsach—
 Brandenbergthal 366 — 4. Kramsach—Ladoi 370
33. Umgebung von Jenbach 370
 1. Jenbach 372 — 2. Achensee 373 — 3. Sonnwendjoch-
 gebirge 373 — 4. Pertisau und Tristenauthal 378 —
 5. Pfonsjoch 378 — 6. Falzthurnthal 379 — 7. Gern-
 thal—Plumserjoch—Engthal 380 — 8. Oberachenthal 381
34. Zillerthal 383
 1. Übersicht 383 — 2. Jenbach—Zell—Mairhofen 384 —
 3. Gerlosthal 386 — 4. Tuxerthal 387 — 5. Zemmthal—
 Pfitscherjoch 389 — 6. Stillupthal 392 — 7. Ziller-
 grund 392
35. Umgebung von Schwaz 392
 1. Schwaz 392 — 2. Vomperthal 396 — 3. Stallenthal 398.
36. Umgebung von Hall 398
 1. Hall 398 — 2. Hallthal 400 — 3. Thaurer Graben 402
 — 4. Rumer Graben 403 — 5. Gnadenwaldterrasse 403
 — 6. Weerthal 404 — 7. Wattenthal 404 — 8. Volder-
 thal 405.
37. Umgebung von Innsbruck 405
 1. Übersicht 405. — 2. Brennerstrasse 407 — 3. Süd-
 westliche Terrasse und Saile 408 — 4. Südöstliche
 Terrasse und Patscherkofl 409 — 5. Nördliche Terrasse
 und Gebirgshang 411
38. Stubaithal 415
 1. Übersicht 415 — 2. Innsbruck—Mieders (Serles) 416
 — 3. Schlickerthal 417 — 4. Neustift, Pinnisthal 417 —
 5. Oberbergthal 418 — 6. Unterbergthal 419
39. Innsbruck—Landeck—Arlberg 420
40. Selrain 423
 1. Übersicht 423 — 2. Kematen—Gries 424 — 3. Lisen-
 serthal 425 — 4. Gries—Kühtai 425
41. Zirl—Seefeld—Scharnitz 426
 1. Zirl 426 — 2. Hinterauthal 429 — 3. Gleirschthal 429
 — 4. Karwendelthal 430 — 5. Leutasch—Gaisthal—Ehr-
 wald 431
42. Telfs und die Miemingerterrasse 433

43. Ötztal 434
 1. Übersicht 434 — 2. Station Ötztal—Ötz 435 —
 3. Ötz—Umhausen 437 — 4. Umhausen—Längenfeld—
 Huben 438 — 5. Huben—Sölden 439 — 6. Sölden—
 Zwieselstein 440
44. Umgebung von Imst 443
 1. Imst 443 — 2. Salvesenthal 446
45. Pitzthal 446
46. Imst—Fernpass—Reutte 448
 1. Gurglthal 448 — 2. Nassereit 448 — 3. Fernpass 450
 — 4. Bieberwier, Ehrwald und Lermoos 451 — 5. Ler-
 moos—Reutte 452
47. Umgebung von Reutte 454
 1. Reutte 454 — 2. Plansee—Griessen—Partenkirchen
 454 — 3. Plansee—Graswangthal 455 — 4. Reutte—
 Füssen 456 — 5. Reutte—Hohenschwangau 457 —
 6. Reutte—Vils—Pfronten 457
48. Lechthal 459
 1. Übersicht 459 — 2. Rothlechthal 459 — 3. Schwarz-
 wasserthal 460 — 4. Hornbachthal 460 — 5. Namlos-
 thal 460 — 6. Pfafflar 461 — 7. Gramaisthal 461 —
 8. Grieserthal 461 — 9. Elbingenalp—Bernhardsthal 461
 — 10. Lendthal (Alperschonerthal) 462 — 11. Holzgau
 und Höhenbachthal 463 — 12. Almejурthal 463 —
 13. Steg — Lechleithen — Warth — Hochkrumbach —
 Schröcken 464 — 14. Warth—Lech 464 — 15. Lech—
 Formarinsee 465 — 16. Lech—Zürs—Stuben 466
49. Tannheimerthal 466
 1. Übersicht 466 — 2. Weissenbach—Tannheim 467 —
 3. Grün—Pfronten 467 — 4. Vilsalpthal 468 — 5. Tann-
 heim—Hindelang 468 — 6. Schattwald—Wertach 468
50. Umgebung von Landeck 469
 1. Landeck 469 — 2. Lötzenbachthal 470 — 3. Starken-
 bachthal 470 — 4. Larsenbachthal 470 — 5. Hochgalmig—
 Fließ—Piller 471
51. Stanzerthal und Arlberg 471
 1. Landeck—Pians 472 — 2. Pians—Flirsch 472 —
 3. Flirsch—St. Anton 472 — 4. Arlbergstrasse 473 —
 5. Arlbergtunnel 474 — 6. Ferwall 474

XVIII

52. Patznaunthal 475

1. Wiesberg—Galtür 475 — 2. Fimberthal 477 — 3. Larein- und Jamthal 478 — 4. Fermunthal 478

Mitteltirol 481

53. Landeck—Meran 481

54. Kaunserthal 486.

55. Ried—Pfund 488

1. Prutz 488 — 2. Obladis 488 — 3. Ried 488 — 4. Pfund 489 — 5. Samnaunthal 489

56. Umgebung von Nauders 491

1. Nauders 491 — 2. Reschen 492 — 3. Die Seen 493 — 4. Langtaufenerthal 493

57. Engadin—Nauders 494

1. Übersicht 494 — 2. Ofenpassstrasse 496 — 3. Gehänge nördlich vom Inn 496 — 4. Tarasp 498 — 5. Scarlthal 498 — 6. Val Triazza 499 — 7. Val d'Uina 499 — 8. Val d'Assa 500 — 9. Strasse nach Nauders 500

58. Umgebung von Mals 501

1. Mals 501 — 2. Schlingthal 502 — 3. Planailthal 502 — 4. Matscherthal 503 — 5. Glurns—Prad 503 — 6. Münsterthal 504 — 7. Trafoithal—Bormio—Val Telina 506 — 8. Suldenthal 509

59. Umgebung von Laas 510

1. Laas 510 — 2. Laaserthal 510

60. Umgebung von Schlanders 512

1. Schlanders 512 — 2. Schlandernaunthal 512 — 3. Latsch 513 — 4. Martellthal 513

61. Umgebung von Naturns 516

1. Kastellbell—Töll 516 — 2. Schnalserthal 516

62. Umgebung von Meran 518

1. Meran 518 — 2. Meran—Tirol—Mutspitze 519 — 3. Spronserthal 520 — 4. Obermais—Schenna—Hirzer 520 — 5. Naif—Mölten 521 — 6. Meran—Töll—Zielthal 522 — 7. Forst—Lana—Gampenjoch 523 — 8. Passeierthal 524 — 9. Ultenthal 527

63. Innsbruck—Brenner—Bozen (Brennerbahn) 530

64. Umgebung von Matrei 534
1. Matrei 534 — 2. Navisthal 536
65. Umgebung von Steinach 538
1. Steinach 538 — 2. Gschnitzthal 539 — 3. Schmirnthal 542 — 4. Valsertal 543 — 5. Obernbergthal 544 — 6. Der Brenner 545
66. Umgebung von Sterzing 548
1. Sterzing 548 — 2. Gossensass 549 — 3. Pflerschthal 550 — 4. Ridnaunthal 551 — 5. Jaufenthal 553 — 6. Ratschingesthal 554 — 7. Pfitscherthal 555
67. Sterzing—Franzensfeste 557
1. Mauls 557 — 2. Stilfes—Penserjoch 558 — 3. Mauls—Rizail 559 — 4. Franzensfeste 559
68. Umgebung von Brixen 560
1. Übersicht 560 — 2. Brixen—Franzensfeste—Schabs 561 — 3. Brixen—Feldthurns—Latzfons 561 — 4. Brixen—Afersthal 561 — 5. Lüsenthal 562 — 6. Schaldersthal 562
69. Umgebung von Klausen 563
1. Übersicht 563 — 2. Pfunderer Bergbau 566 — 3. Säben—Verdings 566 — 4. Thinnebach—Vildarthal 567 — 5. Frag—Pfunderer Bergbau 569 — 6. Klamm 569 — 7. Dreikirchen 570 — 8. Villnössthal 570
70. Umgebung von Waidbruck 573
1. Waidbruck 573 — 2. Grödenertal 575
71. Seiseralpe—Schlern 585
1. Waidbruck—Kastelruth 585 — 2. Tergoler Brücke—Kastelruth 586 — 3. Atzwang—Ums 586 — Seiseralpe und Schlern 587 — 4. Bad Ratzes—Seiseralpe—Schlern 592
72. Umgebung von Bozen 593
1. Bozen 593 — 2. Ritten 597 — 3. Überetsch—Mendelstrasse 597 — 4. Sarnthal 600 — 5. Eggenthal 602 — 6. Tiersertal 605
73. Bozen—Meran 606
74. Franzensfeste—Lienz 608

75. Umgebung von Mühlbach und Bruneck 612
 1. Mühlbach 612 — 2. Valsertal 612 — 3. Vintl 613 —
 4. Pfundersertal 614 — 5. Ehrenburg 615 — 6. Bruneck
 615
76. Tauferertal 617
 1. Bruneck—Taufers 619 — 2. Reinthal 621 — 3. Mühl-
 walderthal 622 — 4. Ahrnthal 623
77. Gaderthal (Enneberg- und Abteithal) 626
 1. Übersicht 626 — 2. St. Lorenzen—Zwischenwasser—
 627 — 3. Zwischenwasser—St. Vigil—Rauthal 627 —
 4. Abteithal 633
78. Buchenstein 648
 1. Übersicht 648 — 2. Campolungo—Pieve 649 — 3. Fal-
 zarego—Villagrande 652 — 4. Caprile 653 — 5. Alleghe—
 Cencenighe 654 — 6. Cencenighe—Falcade 655 — 7. Cen-
 cenighe—Agordo 656 — 8. Agordo—Primiero 656 —
 9. Agordo—Belluno—Feltre—Fonzaso 658
79. Umgebung von Welsberg 660
 1. Olang 660 — 2. Antholzerthal 660 — 3. Welsberg 661
 — 4. Gsiesserthal 661
80. Umgebung von Niederdorf und Toblach 662
 1. Niederdorf 662 — 2. Toblach 662 — 3. Pragsertal
 663
81. Höhlenstein und Ampezzo 665
 1. Übersicht 665 — 2. Toblach—Schluderbach 667 —
 3. Schluderbach—Cortina 668 — 4. Umgebung von
 Cortina 671 — 5. Cortina—Pieve (Perarolo) 574
82. Umgebung von Innichen und Sillian 675
 1. Innichen 675 — 2. Sillian 676 — 3. Sextenthal 676 —
 4. Villgrattenthal 678 — 5. Karditschthal (Gailthal) 679
83. Umgebung von Lienz 584
 1. Lienz 684 — 2. Lienzener Klause—Abfaltersbach 686 —
 3. Lienz-Oberdrauburg 587 — 4. Debantthal 689
84. Iselthal 689
 1. Übersicht 689 — 2. Defreggenthal 690 — 3. Kalser-
 thal 693 — 4. Windisch-Matrei 697 — 5. Virgenthal 699
 — 6. Tauerntal 702

Südtirol 709

85. Bozen—Trient 709
86. Umgebung von Neumarkt 711
1. Neumarkt und Auer 711 — 2. Neumarkt—Cavalese 712
87. Umgebung von Mezzolombardo 713
1. Mezzolombardo 713 — 2. S. Michele 714 — 3. Spormaggiore 714 — 4. Andalo—Molveno 715
88. Nons- und Sulzberg (Übersicht) 717
89. Umgebung von Cles, Val Pescara, Val Bresimo 722
1. Cles 722 — 2. Cles—Romedio 722 — 3. Cles—Tuenno—Tovelthal 723 — 4. Val Pescara (Val di Rumo) 724 — 5. Val Bresimo 726
90. Umgebung von Fondo 726
1. Fondo 726 — 2. Gampenpass 727 — 3. Strasse nach Revò 728
91. Umgebung von Malè 728
1. Malè 728 — 2. Dimaro—Campiglio 729 — 3. Val Rabbi 730 — 4. Oberer Sulzberg 731
92. Lavis und Val Cembra 732
1. Lavis 732 — 2. Val Cembra 733
93. Fleims- und Fassathal 734
1. Übersicht 734 — 2. Umgebung von Cavalese 736 — 3. Umgebung von Predazzo 737 — 4. Umgebung von Moëna 743 — 5. Umgebung von Vigo 744 — 6. Umgebung von Campitello 749
94. Umgebung von Primiero 751
1. Übersicht 751 — 2. Primiero 752 — 3. Val Noana 752 — 4. Val di Canali 753 — 5. Ceredapass 754 — 6. Predazzo—Rollepass—Primiero 754 — 7. Primiero—Caoria—Broconpass 757 — 8. Primiero—Fonzaso 759
95. Umgebung von Trient 761
1. Übersicht 761 — 2. Trient 762 — 3. Bondone 764 — 4. Trient—Matarello—Calliano 765 — 5. Matarello—Val Sorda—Vigolo Vattaro 765
96. Trient—Tione 766

97. Umgebung von Stenico und Comano 769
1. Übersicht 769 — 2. Stenico 769 — 3. Ballino 771 —
4. Stenico—Val Dalgone 772
98. Umgebung von Tione 773
1. Tione 773 — 2. Val di Breguzzo 774 — 3. Tione—
Durone—Ballino 775 — 4. Val Manez 775
99. Val Rendena 776
1. Übersicht 776 — 2. Tione—Pinzolo 776 — 3. Val di
Genova 777 — 4. Pinzolo—Campiglio 779
100. Val Buona Giudicaria 780
1. Übersicht 780 — 2. Bondo—Creto 781 — 3. Val
Daone 782 — 4. Creto—Storo 784 — 5. Val Ampola
786 — 6. Val Caffaro 787 — 7. Val Trompia 789 —
8. Idrosee—Val Sabbia 790
101. Val Camonica 792
102. Valsugana (Übersicht) 795
103. Umgebung von Pergine 799
1. Pergine 799 — 2. Pinèthal 800 — 3. Fersinathal 801
— 4. Pergine—Levico 801 — 5. Pergine—Caldonazzo
(Vigolo Vattaro) 801
104. Umgebung von Levico 802
1. Levico 802 — 2. Levico—Lavarone—Folgaria 803
3. Lavarone—Asiago 803 — 4. Lavarone—Arsiero (Val
Astico)—Schio 804
105. Umgebung von Borgo 806.
1. Borgo 806 — 2. Val Sella 808 — 3. Roncegno—Cin-
que Valli 809 — 4. Val di Cave 810 — 5. Val Cala-
mento, Val Campelle 810 — 6. Strigno - Val Tesino 811
106. Trient—Verona 814
107. Umgebung von Rovereto 818
1. Rovereto 818 — 2. Rovereto—Calliano 819 — 3. Cal-
liano—Folgaria 819 — 4. Calliano—Villa Lagarina—
Isera 820 — 5. Rovereto—Marco—Serravalle—Mori 821
6. Valarsa—Schio—Recoaro 822 — 7. Mori—Brentonico—
Monte Baldo 826
108. Umgebung von Ala 828
1. Ala 828 — 2. Ala—Monte Baldo 829

109. Mori—Riva 831

110. Umgebung von Arco und Riva 832

1. Übersicht 832 — 2. Arco 833 — 3. Riva 834 —
4. Riva—Ballino 835 — 5. Sarcathal 836 — 6. Val di
Ledro 837

111. Gardasee 839



„Tirol ist der Schlüssel zur
geologischen Kenntniss der Alpen“.
Leop. v. Buch.

Die geologische Schilderung eines Gebietes gliedert sich naturgemäss in zwei Theile. Der erste gibt eine Beschreibung der am Aufbaue beteiligten Gesteine, er lehrt das Baumaterial kennen; der andere führt in die Kenntnis der Bauform, der Tektonik, ein.

Eine ausführlichere Behandlung des ersten Theiles ist auf unserem Gebiete umso nothwendiger, als die Kenntnis der in den Alpen entwickelten Formationen beim Fernerstehenden kaum vorausgesetzt werden kann. Wird es doch bei der eigenartigen Entwicklung der alpinen Sedimente selbst dem Fachmanne oft schwer, die zahlreichen, meist nur local auftretenden Formationsglieder klar vor Augen zu haben. Wir geben daher im Folgenden zunächst eine Beschreibung der Formationen, wobei wir, um die Benützung und das Verständnis der Literatur zu erleichtern, die üblichen Localnamen möglichst beibehielten, und schliessen daran eine Darstellung des geologischen Baues zunächst im Ueberblick, dann eingehend auf die Tektonik der einzelnen Gruppen. Einblick in Einzelheiten und beachtenswerte besondere Vorkommnisse soll der sich anschliessende geologische Führer bieten.

Das Baumaterial.

Die am Aufbaue unseres Alpengebietes theilnehmenden Gesteine sind theils Absatz-, Schicht- oder Sedimentgesteine, gebildet in den aufeinanderfolgenden Perioden der Erdentwicklung, theils zu verschiedenen Zeiten in Spalten aus den Tiefen emporgedrungene Eruptiv- oder Massengesteine.

Die Schichtgesteine der archaischen Zeit fassen wir ohne weitere Gliederung unter dem Namen „krystalline Schiefer“ zusammen, da die eingelagerten Kalke, Dolomite und Quarzite gegenüber den Schiefnern nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die nächste Gruppe enthält die Schichtgesteine der paläozoischen Zeit, dazu noch solche, deren Zugehörigkeit zu dieser Periode nicht ganz sicher ist. Vielleicht gehört ein Theil der hier behandelten Gesteine noch ins Archaicum: eine Entscheidung ist beim Mangel an Versteinerungen meist nicht möglich.

Es folgen sodann die Gesteine der mesozoischen Zeit, Trias-, Jura- und Kreidegesteine, weiter jene der Tertiär- und Quartärzeit.

Die krystallinen Massengesteine durchbrechen die Schichtgesteine aller Perioden und sind daher besonders behandelt.

Vgl. hiezu die Übersichtstafel am Schlusse dieses Abschnittes.

Krystalline Schiefer der archaischen Zeit und deren Einlagerungen.

Die hierher gehörigen Gesteine zeigen eine deutliche krystalline Zusammensetzung und schiefrige Structur. Die wesentlichen Gemengtheile sind Glimmer, Feldspathe, Quarz, Hornblende, Augit, Chlorit, Calcit etc. Organische Einschlüsse fehlen; manche führen Graphit.

Gneiss (a_1), wesentlich aus Quarz, Feldspath und Glimmer bestehend. Zahlreiche Abänderungen, welche theils durch das wechselnde Mengenverhältnis und die Ausbildungsweise der Bestandmineralien, theils durch Veränderungen der Structur (Uebergänge in Granit) und infolge von Stellvertretung der Bestandmineralien durch andere Gemengtheile hervorgerufen werden. Besonders wichtige Abänderungen sind: Muscovit-, Biotit-, Zweiglimmergneiss, porphyrischer Gneiss, Flaser- und Augengneiss, (mit grossen Feldspatthauscheidungen), Hornblende-gneiss (Tonalitgneiss) und Chloritgneiss. Gneisse mit grossen Feldspath- und Glimmerkrystallen heissen wohl auch Pegmatite; doch dürften die meisten den Gneissen eingelagerten Pegmatite eruptive Lagermassen sein, also zu den Graniten gehören.

Der sogenannte „Centralgneiss“ (ac) der Tauern ist ein vielgestaltiges Gestein, das mannigfache Varietäten des Gneisses (Granits, Tonalits) umfasst (massige, flaserige, stengelige ein- und zweiglimmerige Gneisse, Augen- und Knotengneisse etc.). Die Hauptmasse zeigt granitische Structur (quarzreicher, biotitführender „Centralgranit“); gegen den Rand der Massive geht dieselbe in die schiefrige über. Man fasst heute den Centralgranit als ein intrusives (eruptives) Gestein auf und hält die randliche schieferig-flaserige Structur für eine Folge von Pressungen (Druckschieferung).

An der Peripherie der Centralgneiss-Massen erscheinen infolge des Zurücktretens des Glimmers häufig weisse, nur aus Feldspath und Quarz bestehende Gesteine (Aplite), die auch gangförmig in den Schiefermantel eingreifen. In den körnigen Kernmassen kommen dunkle, knollenförmige Concretionen vor; da sich dieselben, linsenförmig ausge-

quetscht, auch in den schiefrigen Randzonen vorfinden, können sie zur leichteren Unterscheidung des schiefrigen Granits vom echten Gneiss dienen. Den massiven oder schiefrigen intrusiven Centralgranit umhüllen echte Schiefergesteine, Gneisse, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, der Schiefermantel*) (sm). An der Granitgrenze finden sich im Schiefermantel reichlich gangförmige und lagerförmige Abzweigungen (Apophysen); andererseits umhüllt nicht selten der Granit Bruchstücke des Schiefermantels. [62, 63, 91, 328, 329, 580, 592, 593, 828, 855, 882, 885, 914, 915, 959^a, 966, 991].**)

Mit Gneiss verbunden findet man Glimmerschiefer, Quarzitschiefer, Hornblendeschiefer, talkige und sericitische Schiefer, Serpentin, krystallinen Kalk (Marmor) und Dolomit.

Gneissphyllit (pg). Nach Stache [474] kann man die archaischen, Feldspath, Quarz und Glimmer führenden krystallinen Schiefer in zwei Modificationen, eine phyllitische (Gneissphyllit) und eine massige, unterscheiden. Die erstere zeigt petrographisch mannigfache Übergänge in jüngere Phyllite, die letztere, zu welcher die Flaser-, Augen-, Knoten- und Gigantgneisse (mit sehr grossen Gemengtheilen) gehören, in Granite. Sehr viele als „Glimmerschiefer“ bezeichnete Gesteine dürften sich bei näherem Zusehen als „Gneissphyllite“ erweisen.***)

Es mag übrigens hier hervorgehoben werden, dass die Nomenclatur der krystallinen Schiefer durch die in neuester

*) Nicht gleich „Schieferhülle“. (Vgl. S. 9). Die älteren Autoren bezeichnen mit „Centralgneiss“ den Granit, dessen schiefrige Randfacies und zum Theil auch den Schiefermantel.

**) Die [] eingeklammerten Zahlen verweisen auf das Literatur-Verzeichnis.

***) Bei der Schwierigkeit, ja zumeist bei der Unmöglichkeit genauer Unterscheidungen der Schiefergesteine ohne Zuhilfenahme des Mikroskops und den oft weit auseinander gehenden oder ganz unbestimmten Ausdrücken mancher Beobachter musste im vorliegenden Buche der Name „Gneissphyllit“ vielfach als Bezeichnung von nicht genauer bekannten Gesteinen der Gneiss- Glimmerschiefergruppe gewählt werden.

Zeit ungemein rege betriebenen petrographischen Studien auf diesem Gebiete eine gänzliche Umgestaltung erfahren dürfte. Doch vor Erreichung eines gewissen Abschlusses dieser Arbeiten wollten wir nicht, und um den Anschluss dieses Buches an die vorhandene Literatur nicht zu erschweren, konnten wir nicht von dem bisherigen Sprachgebrauche abgehen.

Glimmerschiefer (a_2), ein schiefriges Gemenge von wesentlich Quarz und Glimmer, letzterer als heller Muscovit und dunkler Biotit. Der Glimmerschiefer zeigt in ähnlicher Weise, wie der Gneiss, zahlreiche Abänderungen. Bei grösserer Antheilnahme von Feldspath an der Zusammensetzung stellen sich Übergänge in Gneiss (Gneissglimmerschiefer) ein; durch Vereinigung der Glimmerblättchen zu mehr oder weniger zusammenhängenden Häuten entstehen Übergänge in Phyllit. Zahlreiche Abänderungen werden durch die Verschiedenheiten in der Structur erzeugt, andere entstehen durch Eintritt neuer Bestandmineralien (chloritische, sericitische, talkige, granatführende Glimmerschiefer). Nicht selten findet man calcitführenden „Kalkglimmerschiefer“ (ak) öfter in körnigen, Glimmerblättchen führenden Kalk (Cipollin) übergehend. Manche Glimmerschiefer sind von Phylliten schwer zu unterscheiden. Als Einlagerungen erscheinen mächtige Hornblende-schiefer (Dioritschiefer, Amphibolite), Quarzitschiefer, Chlorit-, Epidot-, Sericit-, Talkschiefer, Serpentin, Marmor und Dolomit.

Gneiss und Glimmerschiefer sind in den Alpen, wie anderwärts, die ältesten bekannten Gesteine; sie haben einen wesentlichen Antheil am Aufbaue der Centralalpen. Gneiss bildet allenthalben die Unterlage aller übrigen Gesteine. Ueber ihm folgen gewöhnlich die Glimmerschiefer. Beide Gesteine kehren wohl auch noch in höheren Horizonten des Archaicums wieder.

Phyllit (a_3 , ph), (Thonglimmerschiefer) unterscheidet sich in seiner mineralogischen Zusammensetzung nicht wesentlich von Glimmerschiefer; charakteristisch für ihn ist das Vorherrschen des meist sericitischen Glimmers, der stets in zusammenhängenden Häuten das Gestein durchzieht, und die geringe Grösse der übrigen Bestandmineralien. Abänderun-

gen entstehen durch Vorwalten des Quarzes (Quarphyllit (pq) [139, 582]), makroskopische Ausscheidungen von Feldspath (häufig als Gneissphyllit bezeichnet), reichliche Beimengungen von lagenförmig ausgebildetem Calcit (Kalkphyllit) (pk); graphit- und granatführende Phyllite sind nicht selten. Charakteristisch sind mikroskopisch nachweisbare Turmalin- und Rutilnadelchen (zuweilen auch Dolomitrhomboëder). In den bei der Faltung des Gesteins entstandenen Blätterlücken und den Querrissen finden sich häufig Ausscheidungen von Quarz, Calcit und Eisendolomit. Oefter sind Epidot-, Chlorit- und Talkschiefer in grosser Mächtigkeit eingelagert, desgleichen Quarzite, Marmore und Bänderkalk.

Die Phyllite finden sich über Gneiss- und Glimmerschiefern (von letzteren oft schwer zu trennen) und vorherrschend am Nord- und Südabhänge der Centralalpen.

Nicht alle mit den Phylliten verbundenen Kalke gehören in den Schichtverband derselben. Manche von ihnen sind offenbar jüngere Sedimente, welche durch sehr bedeutende Dislocationen in die Schiefer eingefaltet wurden.

Die Phyllite sind reich an Erzen, so besonders an Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Fahlerz, Spatheisenstein (Tuxer Thonschiefergebirge, Umgebung der Cima d'Asta).

Die Phyllite, welche im Norden dem Gneisszuge der Tauern vorgelagert sind, nehmen im Pfitschthale bei Sterzing und weiter gegen Westen, wo sie den Gneissen und Glimmerschiefern der Oetzthaler Masse angelagert sind, einen eigenartigen Habitus an. Sie werden hochkrystallin, führen schöne Mineral-Ausscheidungen, sodann Erze, wie am Schneeberg, und zuweilen Marmorlager (Ratschinges, Schneeberg, Hochweisspitze). Pichler gab diesen Gesteinen den Namen *Pfitscher-Schiefer*.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass viele Gesteine unserer Centralalpen, die vermöge ihrer petrographischen Beschaffenheit als „Phyllit“ zu bezeichnen sind, nicht der archaischen Zeit angehören. Manche Geologen sind geneigt gewisse Phyllite, besonders jene, welche roth verwitternde Dolomite und Kalke („Eisendolomit“) eingelagert enthalten, zum Carbon zu stellen. Andere halten den ganzen Complex der phylliti-

schen Gesteine und jene der sogenannten „Schiefer-Hülle“ für umgewandelte Sedimente der paläozoischen Zeit. Die Phyllite im Pusterthale wurden von einzelnen Beobachtern [259, 279, 445] zur Steinkohlenformation gezählt. Nach den Verhältnissen im Gailthale jedoch, wo über ihnen die silurischen „Mauthener-Schichten“ folgen, können sie höchstens zum Cambrium gerechnet werden [894]. Die Kalkphyllite des Brennergebietes (die „Brenner-Schiefer“) werden in neuerer Zeit [874] mit Bestimmtheit zum Paläozoicum gestellt.

Hornblendeschiefer (Amphibolitschiefer) (as), ein schiefriges, vorwiegend Hornblende, dann aber auch Quarz und Feldspath führendes Gestein. Die Hornblende ist häufig als Aktinolith entwickelt. Granat- und Epidotbeimengungen sind nicht selten. Findet sich in mächtigen Lagern innerhalb des Gneisses oder des Glimmerschiefers.

Chloritschiefer, ein schiefriges, schuppiges Aggregat von Chloritblättchen, gemengt mit etwas Quarz und Feldspath. Das Gestein ist lauchgrün; accessorische Mineralien, wie Magnetit, Granat, Turmalin, Talk u. dgl. sind nicht selten. Das Gestein findet sich häufig eingelagert in Gneiss, Glimmerschiefer und den Phylliten.

Talkschiefer ein schiefriges wesentlich aus Talkschüppchen bestehendes, auch Quarz und Feldspath führendes, hellgeblich bis grünlich gefärbtes Gestein, häufig in die krystallinen, gemengten Schiefer eingeschaltet.

Sericitschiefer, ähnlich dem Glimmerschiefer und dem Phyllit, aber anstatt des gewöhnlichen weissen Glimmers Sericit führend. Häufig vergesellschaftet mit Glimmerschiefen und Phylliten.

Quarzit, körniges Quarzgestein, öfter durch eingemengten Glimmer oder Talk schiefrig. Ebenfalls nicht selten im Glimmerschiefer und Phyllit.

Krystalliner Kalkstein (Marmor) (mm), grob bis feinkörnig, weiss, hellgrau oder gefleckt; deutlich geschichtet oder gebankt. Aehnliche Gesteine, aus hellen und dunkleren Lagen bestehend, nennt man **Bänderkalk** (bk) (besonders im Phyllit).

Viele krystalline Marmore der archaischen Zeit brausen mit verdünnten Säuren nicht, sind also Dolomite.

Die krystallinen Schiefer der archaischen Zeit finden wir nirgends mehr in ihrer ursprünglichen Lagerung, stets zeigen sie sich ausserordentlich stark gestört. Diese Störung besteht in einer Auffaltung, Zerrung, Quetschung und Zertrümmerung, welche die Gesteine sicher schon in sehr alter geologischer Zeit getroffen hat. Gewiss ist, dass sie in paläozoischer Zeit einem lebhaften Faltungsprozesse unterworfen waren, der sich während der mesozoischen Zeit fortsetzte und in der Tertiärzeit seinen Höhepunkt erreichte. Infolge dieser Störungen zeigen besonders die Phyllite und die jüngeren Schiefergesteine der Centralzone öfter eine von der ursprünglichen Schichtung ganz unabhängige Schieferung (Transversalschieferung, Cleavage), welche die erstere häufig vollkommen verdeckt. Kalk- und Hornblendeschiefer-Einlagerungen lassen die ursprüngliche Schichtenlage jedoch wieder erkennen.

Gesteine unsicheren und paläozoischen Alters.

In den tirolischen Alpen folgen auf die krystallinen Schiefer der archaischen Zeit vielfach Gesteine, deren Alter nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte. Wie schon erwähnt wurde, mag ein Theil der Phyllite bereits der paläozoischen Zeit angehören. In den höheren Lagen gehen die Phyllite gewöhnlich in sogenannte epikrystalline Schiefer über, d. h. in Gesteine, in welchen neben den krystallinen Bestandtheilen thonige, klastische Elemente enthalten sind. Sie werden unter verschiedenen Namen als Thonschiefer, Glanzschiefer, grüne und bunte Schiefer, Casanna-Schiefer (im Engadin [190, 234]) u. dgl. aufgeführt.

In den westtirolischen Centralalpen liegen über den echten, alten krystallinen Schiefen diesen ähnliche Gesteine, die nach oben allmählich in sichere klastische Bildungen übergehen. Ein Theil derselben wird durch Theobalds „Casanna-

Schiefer“ repräsentiert. Stache [474] führt diesen bunten Gesteinscomplex als Wackengneisse*), Quarzphylite und Thonschiefer, Talkwacken (grüne Talkschiefer, Sandsteine, Conglomerate und Breccien) auf; die letzteren sind von TheobaldsVerrucano kaum zu trennen.

Oestlich vom Brenner folgen auf den den Kern der Centralkette aufbauenden „Centralgneiss“ zu beiden Seiten in bunter Abwechslung mannigfaltige Schiefer, welche unter der Bezeichnung „Gesteine der Schieferhülle“ (sh) zusammengefasst werden [62]. Ob dieselben dem Archaicum angehören oder ob sie nicht vielmehr stark metamorphosierte Sedimente jüngerer geologischer Epochen sind, konnte bisher nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Die hierhergehörigen Gesteine sind Chloritschiefer und Talkschiefer („grüne Schiefer“), Serpentin, Hornblendeschiefer, körnige dolomitische Kalke, Gneisslagen, Glimmerschiefer und sehr häufig Kalkglimmerschiefer. Auch in den westlichen Centralalpen, vor allem im Vinschgau, sind diese von Stache der „Kalkphyllitgruppe“ zugezählten Gesteine weit verbreitet. Ihnen gehören z. B. die berühmten Marmorvorkommnisse im Laaser- und Martellthale an.

Von neueren Autoren wird der Name Schieferhülle auch öfter für die aus archaischen Gneissen, Glimmerschiefern und Hornblendeschiefern bestehende Hülle gebraucht, in welcher die granitischen Kerne der Tauern liegen [580, 855. 882]. Wir nennen letztere den „Schiefermantel“ (sm).

Wie schwierig übrigens die Trennung beider Schiefer-complexe, der Gneisse, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer des „Mantels“ und der bunten Schiefer der Hülle ist, zeigen besonders die Verhältnisse in der Umgebung des Grossglockners. Während nämlich hier am Südabhange der Tauern die vorwiegend aus Kalkglimmerschiefern und Chloritschiefern bestehenden Gesteine der „Hülle“ normal über den Gneissen und Hornblendeschiefern des Mantels auflagern, verdrängen sie am Ostrande des Granatspitzkernes, im Gebiete des Grossglockners, die letzteren vollständig und legen sich unmittel-

*) Zum Unterschiede von den archaischen Gneissen so genannt.

bar über den Granit, so dass sie hier als Altersäquivalente der Gneisse des Schiefermantels aufgefasst werden [914].

Stache [383] theilt den grossen Complex mannigfaltiger altersunsicherer Gesteine, deren ältere Glieder sich durch ihre krystalline Beschaffenheit enge an die archaischen Schiefer („Gneissphyllite“ z. Th.) anschliessen, in folgende Gruppen:

1. Quarzphyllitgruppe (Thonglimmerschiefer, Cassana-Schiefer).

2. Kalkphyllitgruppe (Gesteine der sogenannten „Schieferhülle“).

3. Kalkthonphyllitgruppe. Verschiedenartige Gesteine, welche sowohl dem älteren Paläozoicum, als auch der Carbon- und Permformation angehören.

4. Gruppe der ältern Grauwackengesteine. Daran schliesst sich:

5. Gruppe der obern Carbon- und Permgesteine.

Die ersten Gruppen können sich stellvertretend ersetzen.

Brenner-Schiefer (gb). Bereits oben (s. Phyllit) wurde erwähnt, dass heute die kalkreichen Phyllite des Brenners zum Paläozoicum gerechnet werden. Das Gestein besteht aus dünnen, quarzführenden Kalklagen, welche von sericitischen Glimmerhäutchen getrennt werden. Auf diesen findet man häufig kohlige Substanz verbreitet; am Kreuzjoch im hintern Schmirn hat man darin sogar undeutliche Pflanzenreste gefunden, weswegen diese Gesteine auch mit der Steinkohlenformation des Steinacher Joches in Beziehung gebracht wurden [327]. Das Gestein ist zuweilen fein gefältelt und in der Regel transversal geschiefert. Auf den zahlreichen Spalten sind Quarz, Kalkspath und öfter (Hinterschmirn) zahlreiche andere Mineralien ausgeschieden. Eingelagert sind weisse, körnige Marmore, Dolomite und schwarze Thonschiefer [874].

Wildschönauer-Schiefer (gw) (Kitzbüheler-Grauwacken) [479, 546, 581]. Epikrystalline graue, grüne oder violette, oft talkige Thonschiefer, reich an klastischen Elementen (und Rutilnadelchen [581]), die über Phyllit liegend von der Schwazer Gegend angefangen nach Osten ziehen. Sie sind von den Quarzphylliten, aus denen sie allmählich her-

vorgehen, meist schwer zu trennen. Ihr Alter ist unsicher, doch stehen sie jenseits der tirolischen Grenze mit den silurischen Schiefen von Dienten, nördlich von Taxenbach, in Verbindung. Häufig führen sie Spatheisensteine (Schwaz, Pillersee) und Kupfererze (Kitzbüchel). In der Wildschönau werden diese Schiefer von Gabbro und serpentinähnlichen Gesteinen durchbrochen [652, 653].

Tuxer-Granwacken (g). Gesteine von körnigem oder schiefrigem (augengneissähnlichem) Aussehen. In einer feinkörnigen Masse von Quarz, Feldspath und Muscovit liegen grössere Quarze und Feldspathe. Damit wechseln kohlige Schieferletten von der Art der Steinacher-Schiefer. Diese Gesteine sind auf dem Gebirgskamm, welcher das Hinter-Tux vom Schmirnthal trennt, in drei Zügen eingelagert. Auf der Höhe des Tuxer-Joches findet sich in ihnen ein epidotreicher Quarzdiorit [874].

Mauthener-Schichten (gm). Bläuliche Thonschiefer, in den tiefsten Lagen meist mit Quarzfasern, mitunter verbunden mit grauen, violetten oder grünen sericitischen Chloritschiefern, Quarzite oder Kieselschiefer, Grauwacken und grüne Schiefer „öfter mit Eruptivgesteinen in Verbindung stehend“. Eingelagert sind zuweilen halbkristalline Kalke und Marmore. Diese Gesteine sind im Gailthale über Quarzphyllit, gegen welchen sie nicht immer leicht abzugrenzen sind, entwickelt. Sie werden dem Untersilur zugerechnet [894].

Kieselschiefer. Schwarze, graphitische Kiesel- und Thonschiefer, die in der Gegend von Brixen schollenartig dem Glimmerschiefer eingelagert sind.

Bündner-Schiefer (b). In der Schweiz, sowie im vorarlbergischen Grenzgebiete und im obern tirolischen Innthale sind in grosser Mächtigkeit graue, phyllitähnliche Thonschiefer, bunte Schiefer, grüne Talkschiefer, Kalkschiefer mit eingelagerten Kalksteinen, Dolomiten und Sandsteinen entwickelt, welche von B. St u d e r mit dem Namen „Bündner-Schiefer“ bezeichnet wurden. Da und dort fand man in ihnen Flyschfucoiden (*Chondrites arbuscula* etc.) und Helminthoiden, sowie einige andere für die Trias, den Lias und den Jura bezeichnende Versteinerungen; die Hauptmasse ist ver-

steinerungsleer. Ihre Lagerung ist äusserst compliciert, so dass sie bald für paläozoische, bald für triadische oder Lias- (Algäu-Schichten) und Jura-Sedimente, oder auch für umgewandelten Flysch genommen wurden.

Nach Rothpletz [923] sind unter diesem Namen altersverschiedene Gesteine zusammengefasst. Ein Theil (Marmore, Dolomit und Kalkschiefer) ist archaisch; ein zweiter (Marmore, Dolomit, Kalkschiefer, Thonschiefer, Quarzitschiefer, Diabasschiefer) gehört der paläozoischen Zeit an; noch andere (Dolomite, Kalksteine, Schiefer, Sandsteine und Conglomerate) sind zur Trias und zum Lias zu stellen. Den Namen „Bündner-Schiefer“ möchte Rothpletz nur auf die paläozoische Gruppe beschränkt wissen. Die archaischen und paläozoischen Gesteine sind in der Permzeit in N—S streichende Falten gelegt worden; die triadischen zeigen ein Falten-system von ost-westlichem, die jüngeren von nordöstlichem Streichen. Diese letzteren Faltungen gehören der jungtertiären Zeit an und sind mehrfach von Längs- und Querbrüchen durchsetzt, an denen Verschiebungen stattfanden. Diese intensiven Dislocationen dürften auch die Ursache des eigenthümlichen, von dem altersgleicher Gesteine anderer Gegenden abweichenden, mitunter hochkrystallinen Aussehens sein. Andere [924] rechnen die Hauptmasse der Bündner-Schiefer zum oligocänen Flysch. Vgl. auch [743, 814 945].

Carbongesteine (h). Braune bis schwarze, zuweilen in schwarze Erde (Nösslacher Erde) zerfallende Schiefer, dann Sandsteine und Conglomerate mit Kalkeinlagerungen, die am Steinacher-Joche (Steinacher-Schiefer) aufgefunden wurden [150, 287, 327, 545, 960]. Die Gesteine gehören nach ihren Einschlüssen der obern Steinkohlenformation an. Unter ihnen liegt ein massiger, Spatheisenstein führender Kalk, dessen Alter bisher nicht sichergestellt ist. [150, 851, 919].

In den Schiefeln finden sich gut erhaltene Pflanzenabdrücke, darunter: *Calamites*, *Annularia*, *Sphenophyllum*, *Alethopteris*, *Neuropteris*, *Pecopteris*, *Sigillaria*, *Lepidodendron*, *Cordaites* [919, 960].

Ob die östlich von der Brennerereinsattelung über Schmirn und Tux fortstreichenden Schiefer- und Kalksteine, in denen man undeutliche Pflanzenspuren gefunden hat [327], ebenfalls hierher zu rechnen sind, muss vor der Hand in Zweifel gelassen werden.

Zur Carbonformation werden auch die die Tarnthaler Quarzitschiefer (vgl. d.) unmittelbar unterlagernden Phyllite gerechnet. Sie führen Einlagerungen eisenreicher Kalke und Dolomite (Eisendolomit) und sind kaum von den übrigen Phylliten zu unterscheiden [881].

Die früher dem Carbon zugezählten „Gailthaler Schichten“ haben sich grösstentheils als altpaläozoische Gesteine erwiesen; sie reichen in ihrer charakteristischen Ausbildung im Gailthale nur wenig über unsere Grenzen herein; in ihrer westlichen Fortsetzung treten im Pusterthale echte Quarzphyllite auf.

Tarnthaler-Quarzitschiefer (dy). Ursprünglich [150] als umgewandelte Liasschiefer gedeutete, nunmehr [881] zur Dyas gestellte Quarzsericitgesteine (Verrucano [150] sernifitartige Schiefer [874]), sowie grüne, violette, braune und schwarze, Talk, Chlorit, Calcit u. dgl. führende Quarzitschiefer in der Gegend von Matrei, im Pfonergraben und im Navisthale. Sie stehen bei Matrei und an den Tarnthaler Köpfen im Navis mit Serpentin in Verbindung [899].

Aeltere permische Schichten (dy). In Südwesttirol, bes. am Südrande des Adamellogebirges erscheinen über den krystallinen Schiefen des Muffetozuges meist mit Quarzporphyr verbundene Gesteine der ältern Permformation, die nach oben allmählich in den Grödener Sandstein übergehen. Es sind dies arkoseartige grüngraue Sandsteine, aus denen sich häufig mächtige Bänke von Conglomeraten und Breccien entwickeln; zwischengelagert sind dachschieferartige Thonschiefer. Die Sandsteine führen zuweilen Pflanzenreste. Darüber folgen grünliche und schwarzgraue Tuffsandsteine mit Quarz- und Porphygeröllen. Daneben kommen weisse Sandsteine, Breccien und Conglomerate vor; verbunden sind mit diesen Gesteinen Porphyrlaven. Darüber liegen intensiv rothe, mergelige Thonschiefer, aus denen dann allmählich der Grödener-Sandstein hervorgeht [530].

Verrucano (v). Das typische, mit diesem Namen belegte Gestein besteht aus innig verkitteten Geröllen von krystallinen Schiefen, Quarzporphyr, Quarziten, da und dort auch von Kalkstein in verschiedener Grösse, so dass es sandsteinartige Abänderungen, Conglomerate und Breccien gibt. Auch talkführende Quarzite und Quarzconglomerate, die zuweilen durch Aufnahme von Glimmer und Feldspath in Glimmerschiefer und Gneisse übergehen, kommen vor. Die Farbe ist grau, grün oder roth. In den angrenzenden Schweizer Alpen werden derartige Gesteine Sernifit genannt. Der ähnliche Servino der Bergamasker Alpen gehört schon einem höheren Niveau, dem des Buntsandsteins, an.

Ein Theil der oben genannten Permgesteine führt denselben Namen. In Val Trompia fand man in ihnen Pflanzenreste (*Walchia piniformis*, *filiciformis*, *Schizopteris fasciculata*, *Noeggerathia expansa* etc. [279]). Im Nonsberg (bei Tregiovo im Pescarathal), wo diese Conglomerate auf erodiertem Quarzporphyr liegen und nach oben allmählich in Grödener Sandstein übergehen, kommen in Schiefereinlagerungen dieselben Walchien (und andere Permplanzen) vor [590, 878]. In Südosttirol liegt häufig über dem auch als „Grundconglomerat“ [874] bezeichneten Verrucano die Quarzporphyrtafel. An einigen Punkten im Pusterthale und Sexten liegt an der Basis der Conglomerate eine weisse bis röthliche Breccie von Fusulinenkalk („Uggowitzer Breccie“ [1013]).

Im Gebiete der Ortlerbucht werden die über den Casanna-Schiefen folgenden Talkwacken, rothen und grünen Schiefer und Sandsteine als Verrucano bezeichnet; letztere gelten heute als Vertreter des Buntsandsteins [846, 945, 999]. In Nordosttirol liegen an mehreren Punkten (Brixlegg, Hohe Salve, Kitzbühel) discordant über den Wildschönauer Schiefen verrucanoartige Gesteine (sericitische Schiefer, Quarzite, Conglomerate, rothe Sandsteine), die nach oben allmählich in gelblichen, brecciösen Dolomit (Schwazer-Dolomit) übergehen [613]. Der häufig auch als Verrucano bezeichnete Zug rother Conglomerate und Sandsteine, welcher an der Grenze der Central- und nördlichen Kalkalpen aus Vorarlberg ins Innthal streicht und im Osten von Schwaz als breiter Zug über Söll und Hochfilzen nach Saalfelden fortsetzt, gilt heute als Buntsandstein.

Grödener Sandstein (sg), ein meist rother, zuweilen weisser oder grauer, dickbankiger Sandstein, der besonders in den Südtiroler Alpen an der Basis der sichern Trias erscheint. Seine Unterlage bildet Phyllit, Quarzporphyr oder Verrucano. Das fast versteinungsleere Gestein ist stellenweise sehr mächtig; es besteht aus Quarz- und Feldspathkörnern, Glimmerblättchen und einer feinerdigen, glimmerigen Bindemasse, die sich durchaus als Detritus des liegenden Phyllit- und Porphyrbodens erweist. Wo das Bindemittel vorherrscht, entstehen mehr weniger schiefrige Abänderungen. Auf den Schichtflächen sieht man öfter Wellenschlagspuren, Trocknungsrisse und an Thierfährten erinnernde Eindrücke. In grauen Zwischenlagen finden sich zuweilen kohlige Pflanzenreste (Trient, Neumarkt, Mendel, Tisens, Recoaro). In höheren Lagen erscheint zuweilen Gips, der zu den auflagernden „Bellerophonschichten“ überführt.

Der Grödener Sandstein wurde von den älteren Geologen mit dem deutschen Buntsandstein in Parallele gestellt [157, 352, 456, 502]. Pflanzeneinschlüsse (bei Recoaro, Neumarkt etc. [464, 465, 466]), darunter *Voltzia Hungarica*, *Baiera digitata*, *Ullmannia Bronni*, sowie der Umstand, dass die organischen Einschlüsse des über ihm liegenden Bellerophonkalkes mit Zechsteinformen verwandt sind, haben den Grödner Sandstein in die Dyas verwiesen. Immerhin ist seine innige stratigraphische Verbindung mit den Werfener-Schichten auffallend und hat Anlass dazu gegeben, dass die ältere Auffassung trotz der paläontologischen Schwierigkeiten wieder aufgenommen wurde [878, 937, 981].

Seine Hauptverbreitung hat der Grödener Sandstein, wie erwähnt, in den Südalpen, besonders östlich von der Etsch, wo er entweder discordant über Phyllit und Quarzporphyr liegt oder auch allmählich aus den Porphyrtuffen hervorgeht.

Aber auch in den Nordalpen kommen an der Basis der Trias rothe Sandsteine und Conglomerate vor, die kaum vom Grödener Sandstein zu unterscheiden sind. Besonders hervorzuheben ist der schon erwähnte lange Zug dieser Gesteine, der an der tirolisch-salzburgischen Grenze von Hochfilzen über das Thal von Elmau bis Schwaz zwischen den paläozoischen Schieferen und sicherer Trias sich erstreckt und von hier bis über die

Westgrenze Vorarlbergs verfolgt werden kann [377, 496, 658, 681]. Im Osten folgen diese Gesteine gleichförmig über den Kitzbüheler Grauwacken, dem Innthal entlang liegen sie discordant auf Phyllit und Glimmerschiefer und im Vorarlberg'schen werden sie wieder von Verrucanogesteinen ersetzt, die ebenfalls allmählich aus den krystallinen Schiefen hervorgehen [148, 165]. Die meisten der neueren Beobachter [613, 795, 846, 874, 945] rechnen die Gesteine dieses Zuges zum Buntsandsteine (vgl. auch [67]) und finden in den unter dem Schwazerdolomit vorkommenden verrucanoartigen Gesteinen (Sericitschiefer, Conglomerate, rothe Sandsteine) die Aequivalente des südalpinen Grödener-Sandsteines.

Bellerophonschichten (be). In Südosttirol, am häufigsten in der Gegend südlich vom Pusterthale, folgt an mehreren Stellen über dem Grödener Sandstein ein Schichtencomplex bestehend aus Gips, Thon, Rauhwacken, Zellenkalk und dunkeln, bituminösen Kalken in der angegebenen Reihenfolge; doch selten sind alle Glieder entwickelt. Gips findet sich am meisten verbreitet, die dunkeln Kalke zeigen sich besonders im Norden des Dolomitgebietes. Letztere, ursprünglich zur Trias gezogen („Foraminiferen-Dolomit“, „Puster-Dolomit“ G ü m b e l s), führen eine Fauna, nach welcher man sie zur Dyasformation (Zechstein) rechnen kann. Von den bestimmten Arten mögen folgende aufgeführt werden: *Nautilus Hoernesii* und *crux*, *Bellerophon peregrinus*, *Ulrici*, *Gumbeli*, *Moijsvari* etc. *Hinnites crinifer*, *Aviculopecten comelicanus*, *Trinkeri*, *Avicula cingulata*, *Spirifer Vultur*, *Productus cadoricus*, *Gyroporella Bellerophontis*; *Foraminiferen* und *Ammoniten* [384, 404, 444, 476, 497, 963].

Im dunklen Kalke nicht selten Erze (Eisenerz bei Toblach, Colle di Sta. Lucia, Bleiglanz bei St. Ulrich in Gröden, in der Pufelser-Schlucht etc.) und die meisten Heilquellen des Pusterthales [444].

Nach G ü m b e l [440] findet man westlich vom Schlern, dann in Palù, in der Umgebung von Trient etc. einen gelben, Kupfererze führenden Dolomit an Stelle des dunkeln Kalkes. Dieses Gestein hat mit dem Schwazerdolomite Ähnlichkeit. Im Etschbuchtgebiete ist der dunkle Bellerophonkalk kaum nachzuweisen. Dagegen findet man an der unteren Grenze der

durch *Avicula Clarai* charakterisierten Seiser Schichten Bellerophoniten führende gelbe Mergel [590, 878].

Die Bellerophonschichten waren schon den älteren Beobachtern bekannt. Trinker [44] stellt sie zum „untern Alpenkalk“, Richthofen [157] zog sie zu den Seiser Schichten, Stache [476], Mojsisovics [523] und Hoernes [444] schlossen aus Fauna und Lagerungsverhältnissen der schwarzen bituminösen Kalke auf ihr permisches Alter, eine Auffassung, der sich schliesslich [464, 465] auch Gumbel, welcher ursprünglich in der Fauna derselben bis in die Triaszeit erhaltene paläozoische Formen sah, zuneigte. Heute müsste man, wenn sich die Auffassung des Grödener-Sandsteins als Buntsandstein halten sollte [878], auch rücksichtlich des Bellerophonkalkes zur älteren Auffassung zurückkehren.

Schwazer-Kalk (-Dolomit) (sd), ein lichtfärbiges, undeutlich geschichtetes Gestein, das nach seiner Lagerung über den Wildschönauer-Schiefern und unter Buntsandstein zur Dyas gerechnet wird. Das Gestein ist stark zerklüftet enthält viel Baryt und wird von gangförmig und in Putzen und Nestern vorkommendem, silberhältigen Arsenantimon-Fahlerz durchsetzt. Bei der Zersetzung liefert dieses grüne und blaue Producte. Versteinerungen sind bisher nicht gefunden worden. An der Grenze gegen den hangenden Buntsandstein stellt sich gewöhnlich ein Conglomerat ein, das aus durch Sandsteinement verbundenen Dolomitbrocken besteht. Manchmal schiebt sich zwischen der Trias und dem Dolomit ein Schiefer ein, der von Wildschönauer Schiefer schwer zu unterscheiden ist [158, 479, 546, 613] (Schwaz, Kitzbüheler Alpen). — In der Umgebung von Schwaz und Brixlegg wurde der obere Theil des Schwazerkalkes auch als „Gertraudi-Kalk“ besonders bezeichnet [289].

Gegen die Parallelisierung des Schwazerkalkes mit dem südtirolischen Bellerophonkalk hat man die Ueberlagerung durch „Grödener-Sandstein“ angeführt; allein dieser Einwand entfällt, wenn der nordalpine rothe Sandstein, der von Saalfelden über Hochfilzen und Elmau ins Innthal zieht, dem Buntsandsteine entspricht.

Auch im Gebiete des Rhäticon wurden Ablagerungen unter der Trias aufgefunden, die mit dem Schwazerkalk Ähnlichkeit besitzen. Dem entsprechend wurden die darunter liegenden „Casanna-Schiefer“ als Grauwacken-Gesteine angesprochen [350]*).

*) Vgl. übrigens Rothpletz, Alpenforschungen I, 1900.

Übersicht der paläozoischen Formationsreihe.

	Central- und Nordalpen	Südalpen
Dyas (Perm) (dy)	Schwazer Dolomit (sd) Verrucano (v)	Bellerophonschicht. (be) Grödener-Sandstein (sg) Quarzporphyr (π) Verrucano (v) Ältere Permschicht. (dy) (mit Quarzporphyr)
Carbon (h)	Steinacher-Schief. (hs) Phyllit (?) (ph)	Phyllit (?) (ph)
Altpaläozoicum (ga)	Wildschönauer-Schiefer (Grauwacken) (gw) Bündener-Schiefer (b) Brenner-Schiefer (gb) Schieferhüllengest. (sh) Casanna-Schiefer (gc) Phyllit (ph)	Epikrystalline Schief. (u) Mauthener-Schicht. (gm) Phyllit (ph)

Mesozoische Gesteine.

Die Sedimente der mesozoischen Aera werden in drei Formationsgruppen Trias, Jura und Kreide gebracht.

A. Triasgesteine (t).

Die Trias wird nach den Verhältnissen in Deutschland in drei Abtheilungen, Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, gegliedert. Die Triasgesteine der Alpen weichen aber sowohl in ihrer petrographischen Entwicklung, wie in ihren Versteinerungen so erheblich von jenen in Deutschland ab, dass hier eine äquivalente Dreigliederung nur schwer durchführbar erscheint. Besonders wichtig ist es, die Thatsache des lebhaften „Faciéswechsels“ innerhalb der alpinen Triasablagerungen hervorzuheben. Es macht sich derselbe in der Weise geltend, dass gleichzeitige Bildungen an verschiedenen Stellen ausserordentlich verschieden gestaltet sein können. So treten hier Sandsteine, dort Kalkschichten, hier Mergellager oder Tuffe, dort mächtige Kalk- und Dolomitmassen gleichzeitig und stellvertretend auf. Da diese Bildungen in der Regel auch ungleiche organische Einschlüsse führen und das gegenseitige Lagerungsverhältnis durch bedeutende Störungen unklar geworden sein kann, so begreift man leicht, dass über eine und dieselbe Stelle verschiedene Beobachter zu ganz ungleichen Urtheilen gelangen konnten.

Seit Jahren wogt der Kampf um die Parallelisierung einzelner alpiner Horizonte und ausseralpiner mit wechselndem Glücke hin und her und scheint noch weit von seinem Ende entfernt zu sein. Es würde zusehr über die Grenzen unserer Aufgabe hinausgehen, wollten wir die stets wechselnden Ansichten und Meinungen auch nur flüchtig skizzieren. Unserem Zwecke wird es besser entsprechen, wenn wir die wichtigsten Triasgesteine unter ihren gebräuchlichsten Namen aufführen und beschreiben, sowie ihr wechselseitiges Lagerungsverhältnis hervorheben. Ihre Altersbeziehungen und die Zusammenfassung zu grösseren Gruppen lehrt die am Schlusse angefügte Tabelle.

Werfener-Schichten (t_1). In den östlichen Nordalpen liegen an der Basis der Trias rothe, seltener grün bis grau

gefärbte, glimmerreiche Schiefer und Sandsteine, welche versteinungsarm sind und meist nur undeutlich entwickelte Zweischaler führen. Besonders gute Aufschlüsse finden sich bei Werfen im Salzburgischen, wo diese Gesteine über den Silurschiefern von Dienten folgen. Von hier ziehen sie sich, stets ärmer an Versteinerungen werdend, über die tirolische Grenze und verschmelzen dort mit dem mächtigen Zuge rother Sandsteine, der unterhalb der sichern Trias bis nach Schwaz fortsetzt und von hier in einzelnen Aufbrüchen längs der ganzen Grenze der Central- und Kalkalpen erscheint.

Man kann tiefere vorwiegend aus rothen, grüngrauen bis weisslichen Sandsteinen bestehende Lagen, zwischen welchen Conglomerate sich einstellen, und höhere, meist intensiv roth gefärbte Schieferletten mit kalkig-mergeligen und thonig-erdigen Zwischenlagen unterscheiden. Letztere gehen öfter in dunkelgefärbte Salzthone (Haselgebirge) mit Gips- und Steinsalz-Einlagerungen über. Westlich vom Arlberg herrschen verrucanoartige Conglomerate vor. Ueber ihnen folgen hier dünn-schichtige rothe Mergel, lockere rauhe Mergelkalke mit *Myophoria costata* und Rauh-wacken.

Der Name Werfener Schichten wird auch für die Aequivalente des Buntsandsteins in den Südalpen, welche eine andere petrographische Ausbildung zeigen, als die geschilderte, verwendet. (Vgl. Seiser- und Campiler-Schichten.) In den lombardischen Alpen pflegt man die hiehergehörigen Gesteine Servino zu nennen.

Seiser-Schichten (t_1). Graue, sandig-mergelige, dünn-geschichtete Kalke mit welligen Schichtflächen, auf denen viele, wenn auch häufig undeutliche Versteinerungen zu sehen sind. Unter diesen herrscht die *Posidonomya (Pseudomonotis) Clarai* vor und ist leicht kenntlich; daneben findet sich reichlich *Pleuromya (Myacites) fassaënsis*, *Avicula venetiana* u.a.

Campiler-Schichten (t_1). rothe, thonige, glimmerreiche Gesteine und graue oder gelbe, dünnplattige Schiefer. Gewöhnlich schliessen zwei rothe Lagen die graue ein. Sie sind ausserordentlich versteinungsreich. Besonders hervorgehoben mögen werden: *Naticella costata*, *Turbo rectecos-tatus*, *Posidonomya aurita*, *Myophoria costata*, *Ceratites Cassianus* (in den obersten Lagen).

Seiser- und Campiler-Schichten sind besonders im östlichen Südtirol über Grödener-Sandstein und den Belleroschichten weit verbreitet. Auch im westlichen Südtirol liegen sie über Grödener-Sandstein.

Hier unterscheidet Lepsius [502] drei Horizonte. Der untere besteht aus gelbem, dünn-schichtigen, sandig-mergeligen Kalkstein, wechselnd mit Sandsteinen, reich an *Pleuromya fassaënsis* und *Ostrea ostracina*, *Myophoria laevigata*, *ovata*, *Natica* cf. *Gaillardoti*, *Halopella gracilior* und (in den obersten Bänken) *Posidonomya* (*Pseudomonotis*) *Clarai*. Im mittlern herrschen harte, graue, roth verwitternde oolithische Kalke mit *Halopella gracilior* und anderen Gasteropoden. Der obere gleicht den Campiler-Schichten; er führt *Naticella costata*, *Turbo rectecostatus*, *Aricula venetiana*, *Myophoria costata*, letztere besonders angehäuft in einer Bank („Myophorienbank“) grauen, roth verwitternden Kalkes, die gewöhnlich im höchsten Niveau dieser Schichten vorkommt.

Clarai-Schichten (t_1), nennt Rothpletz die untern Werfener Schichten mit *Posidonomya* (*Pseudomonotis*) *Clarai* und *Pleuromya* (*Myacites*) *fassaënsis* im Gegensatze zu den obern, welche als „Myophorien-Schichten“ (vgl. diese) aufgeführt werden.

Gutensteiner-Kalk, ein schwarzer, von weissen Kalkspathadern durchzogener Kalk, fast vollständig frei von Versteinerungen. Das dünn geschichtete Gestein liegt in den nordöstlichen Alpen über den Werfener Schichten, häufig durch Wechsellagerung aus deren obersten Schichten hervorgehend. Gelb gefärbte Rauhwacke tritt nicht selten an Stelle des Kalkes.

Zellendolomit (t_1) (**R a u h w a c k e**), ein hellgraues, brecciöses Gestein, das aus verkitteten, eckigen Stücken eines dolomitischen, grauen Kalksteines besteht, der von weissen Kalkspathadern durchsetzt ist. Bei der Verwitterung zerfällt der dolomitische Kalk in Pulver, während die Kalkspathadern sich erhalten, so dass ein gelbliches, zellig-poröses Gestein entsteht. In Verbindung mit diesem Gesteine stehen Thone, Gips, Anhydrit und zuweilen Steinsalz. Das Gestein liegt im südwestlichen Tirol über den Campiler-Schichten [502, 878, 981].

Alpiner Buntsandstein (t_1). Unter diesem Namen werden alle erwähnten untersten Triasgesteine von manchen Geologen aufgeführt.

Myophorien-Schichten (t_2) nennt Rothpletz [731] einen mächtigen Complex wechselnder blauer, seltener röthlicher Kalksteine, gelber Rauhdecken, dolomitischer Breccien, grauer und schwarzer Mergel, Salzthon, schwarzer und grüner sandiger Schiefer, welche in den Nordtiroler Alpen über rothen oder bunten, schiefrigen Sandsteinen (Werfener-Schiefer) liegen. In den blauen Kalken fanden sich Crinoiden-Stielglieder *Myophoria costata* und *Natica (Neritaria) stanensis* häufig, auch *Pecten discites*, *Pleuromya fassaënsis*, *Naticella costata* etc. (also echte Buntsandstein-Fossilien). — Später wurde [874, 842] der Name auch auf die rothen sandigen Werfener-Schiefer mit *Myophoria costata* ausgedehnt. — Die genannten Schichten entsprechen den „Reichenhaller Kalken“, welche unterer Muschelkalk sind; die oben aufgeführten für den Buntsandstein charakteristischen Versteinerungen sollen (nach [998]) nicht aus den „Myophorienschichten“ sondern aus mit ihnen verknüpften echten Buntsandsteinschichten stammen.

Alpiner Muschelkalk (t_2). Mit diesem Namen wird ein Gesteinscomplex bezeichnet, der in Form vorherrschend dunkler kieseliger Kalke mit wulstigen Schichtflächen und Hornsteinausscheidungen über dem alpinen Buntsandsteine (den Werfener-Schichten) folgt.

Als charakteristische Versteinerungen sind folgende hervorzuheben: *Encrinus liliformis*, *gracilis*, *dubius*, *Pecten discites*, *Lima lineata*, *Spiriferina Mentzeli*, *Retzia (Spirigera) trigonella*, *Rhynchonella decurtata*, *Waldheimia angusta*, *Terebratula vulgaris*, *Holopella gracilior*, *Ceratites trinodosus*, *Ptychites Studeri*, *flexuosus*, *megalodiscus* etc.

Das verbreitetste Gestein ist der Virgloriakalk (s. d.), der sich besonders in Vorarlberg und den westlichen Nordtiroler Alpen findet. Weiter im Osten unterscheidet Rothpletz [874] drei Stufen dieses Complexes und zwar von oben nach unten:

3. Ammoniten-Horizont mit *Spirigera (Retzia) trigonella*, *Terebratula vulgaris*, *Pleuromytilus Pichleri*, *Ortho-*

ras campanile, *Monophyllites sphaerophyllus* und *Ptychites flexuosus*.

2. Brachiopoden-Horizont mit *Entrochus* (*Encrinus*) *gracilis*, *Spiriferina Mentzeli*, *Spirigera trigonella*, *Rhynchonella decurtata*, *Terebratula vulgaris*, *Waldheimia angusta*, *Pecten discites*.

1. Gasteropoden-Horizont mit *Gyroporella pauciforata*, *Entrochus gracilis*, *Natica gregaria*, *Halopella gracilior*, *Myophoria orbicularis*.

Die Gesteinsentwicklung der drei Horizonte, die übrigens durchaus nicht überall vorhanden sind, ist an verschiedenen Stellen verschieden. In der nördlichen Umgebung von Innsbruck gliedert sich der Muschelkalk [980] ebenfalls in drei Abtheilungen. Zu unterst erscheinen dunkle Kalke, arm an Versteinerungen (Korallen, *Gyroporella aequalis*); darüber folgen hellgraue Crinoidenkalke, ziemlich reich an den Brachiopoden der obigen Abtheilung 2; endlich hellgraue, gelbliche, bis rothe, grossknollige Kalke, welche sehr häufig von rothen oder grünen Mergelschlieren reichlich durchzogen sind. Nach oben gehen sie in dunkle Kalke über, deren Schichtflächen dicht bedeckt sind mit dünnen Wülsten. Die grossknolligen röthlichen Kalke wurden auch „Draxlehnerkalk“ genannt. Die Knollen dürften wohl deformierte Ammoniten sein; Hornsteinausscheidungen sind nicht selten. Aehnlich ist die Entwicklung weiter westlich und gegen Osten hin bis ans Kaisergebirge, dann aber verschwindet der eigentliche Muschelkalk und geht in dem sogenannten „Ram-sau-Dolomit“ (s. d.) auf.

In Südosttirol unterscheidet Mojsisovics [523] zwei Stufen. Der „untere Muschelkalk“ (t_2u) besteht theils aus rothen Sandsteinen, Conglomeraten, Mergelletten und Dolomiten, Gesteine, die wohl auch zu den Werfener-Schichten gezählt werden, und grauen flimmernden Kalken, in welchen sich die Versteinerungen der obigen Stufen 1 und 2 finden. Daneben kommen nicht selten versteinungsleere, schwarze, rothe, braune und gelbe, dünngeschichtete, mehr weniger mergelige Kalke und Dolomite vor. Bei Dont im Zoldothale und bei Prags kommen in den grauen flimmernden Kalken *Cephalopoden* (*Nautilus Pichleri*, *Ptychites Dontianus*, *Trachyceras binodosum*, *Zoldianum*, *Lytoceras sphaerophyllum*) vor.

Der „obere Muschelkalk“ wird durch den Mendola-Dolomit (s. d.) vertreten.

Von besonderer Bedeutung sind die Muschelkalkbildungen von Recoaro. Hier folgen über Schichten mit Buntsandstein-Versteinerungen graue bis röthliche Mergel und Kalke mit *Dadocrinus gracilis*, *Naticella costata*, *Hinnites comptus*, *Pecten discites*, *Gervillia socialis*, *Myophoria vulgaris* etc. Weiter folgt ein grauer Kalk mit Hornsteinknollen. In den tiefsten Lagen findet man Pflanzen (*Voltzia Recubariensis*), die höheren sind reich an Brachiopoden (daher Brachiopodenkalk von Recoaro), wie oben in der Stufe 2 bei Rothpletz. Darüber liegt ein dem Dontkalke ähnliches, oben verfeinerungsleeres Gestein. Die folgenden Schichten erfuhren eine verschiedene Deutung (vgl. auch [988]).

In Südwesttirol ist die Muschelkalk-Entwicklung nur theilweise ähnlich jener in Südstirol. Im nördlichen Theile der Etschbucht liegt über dem den Buntsandsteinhorizont abschliessenden Zellendolomit ein Complex von Conglomeraten rothen Sandsteinen, pflanzenführenden Sandsteinschiefern (*Voltzia Recubariensis*), Mergelkalcken und dunkeln Kalcken, über welchen ein dem Schlern-Dolomit ähnliches Gestein folgt. In Judicarien kann man eine untere, oft sehr mächtige Abtheilung, bestehend aus fast versteinierungsfreien, dunkelgrauen dünnschichtigen, nach oben dolomitisch werdenden Kalcken, die an Gutensteinerkalk erinnern, und eine obere vorherrschend Brachiopoden (*Retzia trigonella*, *Spiriferina Mentzeli*, *Terebratula vulgaris*) führende, meist aus knolligen Kalcken bestehende Abtheilung unterscheiden. Zwischengelagert sind sandige, pflanzenführende Bänke. Nach oben geht allmählich ein dunkler, fester, plattiger Kalk hervor, der ziemlich reichlich Ammoniten (*Ceratites trinodosum*) führt [568, 981].

Virgloriakalk (t_2), schwarzer, sehr harter, kieselreicher geschichteter Kalk. Die Schichtflächen sind uneben und wulstig und mit fettig glänzendem, schwarzen Thon bedeckt. Nicht selten sind Hornsteinknollen. Von Versteinerungen sind hervorzuheben: *Diplopora pauciforata*, *Encrinus liliformis*, *gracilis*, *Retzia (Spirigera) trigonella*, *Terebratula vulgaris*, *Waldheimia angusta*, *Spiriferina Mentzeli*, *Rhynchonella decurtata* und

meist nicht bestimmbare Ammoniten. Am schönsten entwickelt ist das Gestein über Werfener-Schichten in Vorarlberg (Virgloriapass, Bürs und Bratz bei Bludenz), auch in Nordtirol (bei Reutte und Innsbruck etc.) tritt es auf.

Draxlehner-Kalk. Ein meist rother, geflammerter, plattiger Kalk mit Ammoniten der in den Nordtiroler und bayerischen Alpen stellenweise über dem Virgloriakalk vorkommt und zu dem in den nördlichen Ostalpen entwickelten rothen, marmorartigen, ammonitenreichen „Reiflinger Kalk“ überleitet. Denselben Namen erhielten [773] hellgraue, gelbliche oder rothe knollige Kalke, die reichlich von grünen oder rothen Mergelschlieren durchsetzt sind. In ihnen wurden Versteinerungen gefunden, welche diese Kalke in den Muschelkalk verweisen [961].

Mendola-Dolomit (t_2o , tm) ein weisser, ungeschichteter Dolomit, der in Südtirol über Werfener-Schichten oder Mojsisovics' „unterm Muschelkalk“ weit verbreitet ist. Das Gestein ist fast versteinerungsleer bis auf die röhrenförmige *Gyropsorella pauciforata*. Im obern Buchenstein geht der Mendola-Dolomit in einen grauen, crinoidenreichen Kalk über, der grosse Natica-Arten und charakteristische Muschelkalk-Versteinerungen führt [157, 352, 523].

Richthofen [157] gab diesem in den Südosstiroler Alpen zwischen dem dunkelfarbigem Virgloriakalke und den Wengener-Schichten liegenden Dolomite obigen Namen, weil er auch den mächtigen Dolomit des Mendelgebirges in diesen Horizont versetzte. Gümbel [352] jedoch wies nach, dass der Dolomit des Mendelgebirges identisch mit dem obern Dolomit des Schlern, also Schlern-Dolomit ist.

Buchensteiner-Schichten (tb), graue, dünnplattige Knollenkalke mit Hornsteinausscheidungen oder dunkle, ebenflächige, thonreiche, in dünne Blätter spaltbare Bänderkalke mit lagenweise eingebettetem Hornstein. Häufig ist ein grünes, mergelartiges, kieselsäurereiches, splitterndes Gestein, die sogenannte *pietra verde*, ein Porphyrtuff [398] eingelagert.

In den Knollenkalken kommen viele aber meist schwer-
kenntliche Ammoniten (*Arcestes trompianus*, *Ptychites angusto-
umbilicatus*, *Trachyceras Curioni*, *Reitzi* etc.), und *Spiriferina
Mentzeli*, in den Bänderkalken viele *Daonellen* (*D. Taramelli*,
badiotica, *tirolensis* etc.) vor. Das Gestein, typisch in den
Dolomiten, folgt in den Südalpen auf Muschelkalk.

Wengener-Schichten (tc). In den Südalpen, besonders
in Südosttirol, liegen über den Buchensteiner Schichten aus-
gedehnte Ströme und Decken von Augitporphyr. Damit ver-
bunden kommen mächtige Tuffmassen vor. Dieselben gehen
in bald mehr, bald weniger verfestigte schwarze Sandsteine
über, die aus dem Gruss des Augitporphyrs bestehen („dole-
ritischer Sandstein“). Aus ihnen entwickeln sich Conglomerate
bestehend aus Tuff- oder Kalkfragmenten, verbunden durch
fein zerriebenes Tuffmaterial, andererseits feinerdige, ver-
kieselte Tuffschiefer und dünnplattige, schwarze Kiesel-
kalke. Den Schiefnern und Mergeln wurde nach ihrem
typischen Vorkommen bei Wengen im Gaderthale ursprüng-
lich allein der Name „Wengener-Schichten“ gegeben. Mojsi-
sovics gebraucht denselben für den ganzen vielgestal-
tigen Complex der aus den Augitporphyrtuffen hervor-
gehenden, dunkeln Sedimentärschichten. Die Wengener-
Schichten im engeren Sinne sind reich an Versteinerungen.
Unter diesen ist es besonders die charakteristische *Dao-
nella Lommeli*, welche allenthalben auf den Schichtflächen
erscheint und deren Schalen mitunter allein das ganze
Gestein zusammensetzen; daran reihen sich: *Cidaris dorsata*,
Posidonomga Wengensis, *Pachycardia rugosa*; sodann viele Am-
monitenarten der Gattungen *Arcestes*, *Pinacoceras*, *Sageceras*,
Lytoceras, *Trachyceras*, (z. B. *Tr. Archelaus*, *furcatum*, *Gredleri*
etc.), ferner Pflanzenabdrücke z. B. von *Calamites arenaceus*,
Neuropteris, *Sagenopteris* etc., *Pterophyllum giganteum* u. *Pt.
Jaegeri*.

In der angegebenen Fassung sind die Wengener-Schich-
ten nicht scharf von Cassianer-Schichten zu trennen umso-
weniger, als sie die meisten Versteinerungen mit den letz-
teren gemeinsam haben [874].

In Südwesttirol hat Lepsius [502] die Schichten dieses
Horizontes (öfter vereint mit den Buchensteiner Kalken) als

„Halobien-schichten“ bezeichnet. Bittner [568] nennt sie hier „Wengener-Daonellenschichten“.

Cassianer-Schichten (tc). Im Quellengebiet vom Abteithal und Buchenstein stellen sich in den höheren Lagen der Augitporphyr-tuffe und mit ihnen wechsellagernd Bänke von grauen, gelbbraun verwitternden Kalken, Kalkmergeln und oolithischen Gesteinen ein, welche ausserordentlich reich an Fossilien sind. Am berühmtesten ist durch dieselben das Gebiet zwischen St. Cassian, Corvara und Buchenstein geworden. Die St. Cassianer Fauna*) zeichnet sich aus durch auffallende Kleinheit der Individuen und grossen Reichthum der auf engem Gebiete angehäuften Arten.

Neben zahlreichen Spongien findet man besonders häufig *Encrinus cassianus*, *Cidaris dorsata* und *alata*, *Daonella Lom-meli*, *Posidonomya Wengensis*, *Cardita crenata*, *Koninckina Leonardi*, *Arcestes Joh. Austriae*, *Trachyceras Aon.*, *Megaphyllites Jarbas* etc. etc. Der Name wurde auch auf andere Gesteine der Alpen, welche dieselben Versteinerungen führen, ausgedehnt [157, 523, 850].

Partnach-Schichten, ein Complex ziemlich mannigfaltiger Gesteine, die in den Nordalpen an mehreren Stellen über dem Muschelkalk folgen und gewöhnlich allmählich aus demselben sich entwickeln. Der Umfang dieser Gesteine wird nicht von allen Beobachtern gleich gefasst. Nach Skuph os [795, 846] gehören hierher: Knollige Kalke, die durch Verwitterung sich rauh anfühlen, dunkle, von Kalkspathadern durchzogene Kalke, grauschwarze Mergel mit muscheligen Bruch, leicht in Splitter zerfallend, blaugraue, fettglänzende Mergel, deren kleinste Bruchstückchen noch feine Kalkhäute besitzen, hellgraue, dünnschieferige Mergel, reich an *Bac-tryllum Schmidii*. Andere Versteinerungen sind selten (*Konin-*

*) Die Gasteropoden wurden bearbeitet von E. Kittl, Annal. d. nat. Hofmus. Wien 1891, 1892, 1894; die Korallen von F. Frech u. W. Volz, Jahrb. der schles. Ges. für vaterl. Cultur, 1894 und Palaeontogr. 43. Bd. 1897. Vgl. auch Maria M. Ogilvie-Gordon in V. R. A. 1900. 306.

ckina Leonhardi, *Daonella Lommeli* und *parthanensis**), *Halobia rugosa*). Partnachschichten sind schön entwickelt in der Partnachklamm, in Vorarlberg, Graubünden, in den Vilser Alpen, im Wettersteingebirge und am Wendelstein, weiter im Osten bleiben sie mehr und mehr aus und der Wettersteinkalk liegt unmittelbar über dem Muschelkalk.

In der Gegend von Innsbruck findet man vor allem die schwarzen Mergel, denen schwarze, dünnbankige Kalke mit *Daonella parthanensis* und *Bactryllien* eingelagert sind. Nach oben gehen diese Schichten in dickbankige graue Kalke und durch diese allmählich in den hellen grossoolithischen Wettersteinkalk über, oder aber es liegt über ihnen ein zerklüfteter Dolomit (Ramsau-Dolomit?), über welchen dann die Raibler-Schichten folgen [980].

Wettersteinkalk (tw). Das typische, unter diesem Namen bekannte Gestein ist ein heller, grauer bis gelblicher Kalk, der entweder wohl geschichtet oder auch ganz massig entwickelt sein kann. Besonders charakteristisch für gewisse Lagen ist eine eigenthümliche, unregelmässig grossoolithische Structur (*Evinospongien auct.*). Das Gestein zerbröckelt leicht, daher die gewaltigen Schutthalden in seinem Gebiete. Versteinerungen sind nicht häufig; man findet grosse Chemnitzien (Schnecken), die ihm den Namen Chemnitzienkalk gegeben haben und Gyroporellen (*G. annulata*), *Halobia Lommeli* und *parthanensis* u. a. Blei- und Zinkerze finden sich häufig in ihm (daher „erzführender Kalk“), und zwar ursprünglich putzen- und nesterförmig, secundär, d. h. durch Zersetzung übergeführt, auf Spalten. Am bekanntesten sind die Erzlager am Feigenstein bei Nasereit, Silberleithen bei Bieberwier und im Höllenthal bei Garmisch. Der Wettersteinkalk ist eine local (Gebiet zwischen Landeck und St. Johann i. T.) entwickelte, stellenweise zu grosser Mächtigkeit anwachsende, unter den Raibler-Schichten liegende (Algenriff-)Bildung. Seine Hauptver-

*) Die an der Grenze gegen den Muschelkalk liegenden Kalkbänke mit *Halobia (Daonella) parthanensis* werden wohl auch zum Muschelkalk gezogen.

breitung hat er im Wettersteingebirge, im Karwendel- und Kaisergebirge.

Die Grenze nach unten ist schwer zu ziehen. In Vorarlberg und den Westtiroler Kalkalpen folgen über den echten Partnach-Schichten Arlbergkalk und Raibler-Schichten, im Salzburgerischen liegt zwischen den Werfener-Schichten und dem Dachsteinkalk (dem auch der grösste Theil der Hallstätter Kalke zuzuzählen ist), der sogenannte Ramsau-Dolomit mit localen Einlagerungen von Muschelkalk und Raibler-Mergeln. In dem dazwischen liegenden Gebiete sind zwei Entwicklungen zu unterscheiden.

In einem südlichen, an das ältere Gebirge angefügten Zuge, der in der Gegend von Innsbruck sein Ende erreichen dürfte, zeigt sich die letztere Entwicklung: Werfener-Schichten, Dolomite vom Habitus des Ramsauer mit nach Westen zunehmenden Zwischenlagen von Muschelkalk, Partnach-Schichten, geringmächtiger Wettersteinkalk und Raibler-Schichten. In dem nördlichen Zuge finden wir unter den Raibler-Schichten ausserordentlich mächtigen Wettersteinkalk, der nach unten in graue Kalke („Partnachkalke“) mit ziemlich viel Versteinerungen (*Daonella parthanensis* und *obliqua*, *D. Pichleri*, *Nullipora annulata*, *Monotis salinaria*, *Terebratulula angusta*, *Pecten*, *Amm. Jarbas*, *Orthoceras* etc. etc.) und endlich in echte Partnach-Schichten übergeht [521, 796, 980].

In den Südalpen erscheint ein dem Wettersteinkalk vergleichbares Gestein, jedoch schon ausserhalb unseres Gebietes; es ist dies der in den Lombardischen Alpen unter Raibler-Schichten vorkommende „Esinokalk“*). Das Aequivalent desselben im Gebiete von Judicarien wird von Bittner [568] „Wengener Riffkalk“, von andern Muschelkalk-Dolomit genannt.

Arlberg-Kalk (ta), wurde von Richthofen [148, 165] ein schwarzer, poröser Kalk genannt, der in Vorarlberg den Wettersteinkalk zu vertreten schien. Er geht stets in eine weissliche, bimssteinartige Rauhwaacke über und kommt

*) Vgl. E. Kittl Gasteropoden der Esinokalke etc. Annal. d. k. k. Naturh. Hofmus. Bd. XIV. Wien 1899 S. 1.

durch Wechsellagerung allmählich aus den Partnach-Schichten hervor. Mojsisovics [323] versteht darunter in den Partnach-Schichten vorkommende Kalke und Dolomite, denen er in den Nordtiroler Alpen den Namen „Partnach-Dolomit“ gegeben hatte. Von Versteinerungen finden sich im Rhäticon reichlich, aber unbestimmbare Bivalven-Schalen.

Skuphos [846] zieht diesen Kalk zu den Raibler-Schichten, Böse [945, 999] wieder zum Wettersteinkalk. In Graubünden ist das Gestein in der Regel dolomitisch („Arlberg-Dolomit“).

Ramsau-Dolomit (tr), ein krystalliner blaugrauer, luckiger Dolomit. Die Lucken sind zumeist durch Auslaugung von Versteinerungen (Ammoniten, Bivalven, Gasteropoden, Brachiopoden, noch öfter aber von Diploporen) entstanden. Das Gestein zerbricht in grössere unregelmässige Bruchstücke, öfter kommt es als Breccie vor. Dieser Dolomit vertritt in den Berchtesgadener und den nordöstlichsten Tiroler Kalkalpen (östlich vom Kaisergebirge), sowie in einem südlichen, an die Schiefer der Centralzone grenzenden Theile (Kitzbühel—Brixlegg) fast die gesammte Trias zwischen den Werfener-Schichten und dem Dachsteinkalk. In den untern Partien des Dolomits finden sich zuweilen Einlagerungen von Virgloriakalk, in den obern solche von Raibler-Schichten. Im Terrain erscheinen die Schichtköpfe des Ramsau-Dolomits gern als gerundete von zahlreichen Wasserrunsen getrennte Kuppen, so besonders schön in den Loferer- und Leoganger-Steinbergen, wo er sich auf diese Weise schon von dem darüber liegenden Dachsteinkalke abhebt [911, 922, 998].

Schlern-Dolomit (ts), ein blendend weisses bis gelbliches, poröses Gestein, das in den Südalpen weit verbreitet und für die charakteristische Oberflächengestaltung dieses Gebietes massgebend ist. Im nördlichen Theile der Etschbucht, wo der Schlern-Dolomit eine ausgedehnte zusammenhängende Platte bildet, ist das Gestein geschichtet, in Südosttirol dagegen in der Regel ungeschichtet und von unregelmässigen Spalten durchsetzt. Hier erscheint das Gestein in stockförmigen, isolirten, bis 1000 m mächtigen Massen, die dem

Dolomitgebiete sein eigenthümliches Gepräge verleihen. Bestimmbare Versteinerungen sind, abgesehen von einigen Gebieten, selten, nur die *Diplopora (Gyroporella) annulata*, liegt oft in grossen Mengen im Gesteine. Ausserdem werden Gasteropoden, grosse Natica- und Chemnitzia-Arten angegeben [403, 523].

Mojsisovics gebraucht den Namen „Schlern-Dolomit“ nicht; von ihm wird der grösste Theil der Dolomitmassen von Südtirol als Korallenriff-Facies der Wengener- und Cassianerzeit angesehen und dementsprechend ein „Wengener-“ und ein „Cassianer-Dolomit“ unterschieden. Die Dolomit- und die Mergelfacies dieser beiden Schichtgruppen sind zwischen Buchensteiner- und Raibler-Schichten eingeschlossene gleichzeitige „heteropische“ Bildungen. Dieser Auffassung liegt die von Richthofen [157] begründete, von Mojsisovics weiter entwickelte Vorstellung zugrunde, dass im Dolomitgebiete von der Zeit des obern Muschelkalks bis zum Eintritt der Raibler-Periode gleichzeitig zweierlei Facies, die „sedimentäre“ und die „Riffacies“ sich ausbildeten. Während in den dauernd riff-freien Gebieten sedimentäre über sedimentären Bildungen folgen, z. B. Buchensteiner-Schichten, Wengener- und Cassianer-Mergel, Raibler-Schichten etc., liegen in den Riffgebieten dolomitische über dolomitischen oder wechselnd dolomitische und sedimentäre.

Der Schlern-Dolomit kommt in Südtirol, theils über Muschelkalk (Mendola-Dolomit) theils über Wengener- und Cassianer-Schichten liegend oder in diese eingreifend, meist in isolirten Stöcken vor. Nach Mojsisovics ist die Isolierung entweder eine ursprüngliche oder die Folge späterer Denudation. An den ursprünglichen Riffgrenzen zeigt das Gestein häufig eine geneigte, schuppenförmig sich deckende plattige Absonderung („Übergusschichtung“) und ein zungenförmiges Eingreifen in die umliegenden mergeligen und tuffigen Sedimente (vgl. Cipitkalk). Im Latemar- und Marmolatagebirge findet sich an Stelle des Dolomits ein weisser versteinerungsreicher Kalk „Marmolata kalk“*) [849, 913].

*) Vgl. auch Kittl in Annal. d. k. k. Naturhist. Hofmuseums Bd. XIV. 1899, 1.

Die Korallenriff-Theorie hatte stets grosse Gegner [440]. In neuerer Zeit spricht sich wieder die Münchener Schule, besonders Rothpletz [874], sehr entschieden gegen diese Auffassung des Schlern-Dolomits aus. Zwar erscheint er auch bei diesem Beobachter als eine besondere Facies der Wengener- und Cassianer-Schichten, die an manchen Orten ganz fehlt, an anderen erst spät auftritt, oder ausschliesslich herrscht; allein er ist nicht eine Korallenriffbildung, sondern ein marines Sediment, das wahrscheinlich mit dem nordalpinen Wettersteinkalk und mit dem südalpinen Esinokalk gleiches Alter hat. Die eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse, das Auskeilen in der Mergel- und Tuffacies und das gegenseitige Übergreifen beider Bildungen wird aus der Verschiedenartigkeit der Entstehung des Dolomits einerseits und der Melaphyrtuffe andererseits erklärt. Der Mangel an Versteinerungen erklärt sich aus der starken Veränderung, welche das Gestein bei der nachträglichen Umwandlung in Dolomit erfahren hat. „Es muss eine Umkrystallisierung durch die ganze Masse hindurch eingetreten sein, wodurch die Spuren ehemaliger Versteinerungen in viel höherem Masse verwischt wurden, als in dem reinen Kalkstein“, wie er z. B. noch im Latemar- und Marmolatagebirge erhalten ist. Dafür, dass der Schlern-Dolomit eine Korallenriffbildung ist, wird von Mojsisovics einerseits auf das häufige Vorkommen stockförmiger Korallen in dem Gesteine, andererseits auf die Übergusschichtung und Blockstructur an den Riffgrenzen als beweisende Thatsachen hingewiesen. Der erste Satz wird von Rothpletz direct als nicht zutreffend hingestellt. Dort wo die Dolomitirung nicht weit vorgeschritten ist und Versteinerungen erhalten blieben, seien Korallen nur in der Minderzahl vorhanden und im Dolomit selbst finden sich Versteinerungen überhaupt selten. Die Übergusschichtung wird theils als wirkliche, durch Dislocation geneigte Schichtung angesehen, theils deren Vorhandensein überhaupt in Abrede gestellt. Desgleichen wird hervorgehoben, dass die Blöcke und „Riffzungen“ nicht vom Schlern-Dolomit ausgehende, sondern den Wengener- und Cassianer-Schichten eingelagerte Bildungen seien, die theils vom Schlern-Dolomit überlagert, theils durch Verwerfungen an ihn herangerückt wurden. In ähu-

licher Weise erkläre sich die schon von Richthofen geschilderte Erscheinung, dass hier die Raibler-Schichten den Schlerndolomit, dort, und zwar unmittelbar am Fusse der riffartig aufragenden Massen, direct die Wengener-Schichten zu überlagern scheinen. Entweder waren die Beobachtungen nicht richtig, oder die Thatsachen lassen sich durch Verwerfungen einfacher erklären, wie an den betreffenden Stellen gezeigt werden soll.

Auch nach M. Ogilvie [850, 879], ist nicht der mächtige Schlerndolomit eine Korallenbildung, sondern es werden als solche aufgefasst gering mächtige, rasenförmig ausgebreitete Kalkstraten und zwar vor allem der sogenannte Cipitkalk. Die Korallen begannen ihr Werk zur Wengener Zeit auf einem submarinen vulkanischen Rücken und wuchsen horizontal sich ausbreitend fort in der Cassianer Zeit. Ausgedehnte Korallenbänke bildeten sich ferner an zerstreuten Punkten während der Raibler Zeit auf den dolomitischen Sedimenten.

An manchen Orten z. B. im Latemar-Gebirge oder an der Marmolata erscheint in gleicher Position, wie der Schlerndolomit, ein petrefactenführender Kalk. Es kommen darin Spongien, Korallen, Echinodermen, Lamellibranchiaten, Brachiopoden, Cephalopoden und Kalkalgen vor. Übergänge zum Dolomit finden sich in Form dolomitischer Kalke mit Spuren von Versteinerungen.

Das Hauptgebiet der Entwicklung des Schlerndolomits ist, wie erwähnt, Südtirol. Mächtig erscheint er sodann noch im Mendelgebirge und im Nonsberge, während im südlichen Theile der Etschbucht dem Schlerndolomit vergleichbare Gesteine nur spärlich auftreten. Hier folgen in der Regel über Buchensteiner- und „Halobien- (Wengener-) Schichten“, oder unmittelbar über dunkeln Muschelkalk Dolomitmassen, welche, nur stellenweise von Zwischenlagerungen unterbrochen, bis in den Lias hinauf fortsetzen und in ihrem unteren Theile dem Niveau des Schlerndolomits (Muschelkalkdolomit [981], Wengener Riffkalk [568]) im obern dem Hauptdolomit und Grenzdolomit entsprechen. Weiter im Südwesten, in den lombardischen Alpen, erscheint an seiner Stelle der sogenannte Esinokalk, eine dem Wettersteinkalk vergleichbare Bildung.

Cipitkalk, ein grauer, oberflächlich braun verwitternder Kalk, der in der Umgebung des Schlerndolomits nicht selten in Form linsenförmiger Lagen oder loser Blöcke in den Augitporphyrtuffen eingelagert ist; er schliesst Versteinerungen der Cassianer-Schichten und sehr häufig Korallen ein. Mojsisovics hält den Cipitkalk für von den Riffen aus zungenförmig in die Wengener Tuffe eingreifende Apophysen und nennt die losgelösten Blöcke „Riffsteine“. Andere sehen in ihm echte Korallenriffbildungen der Cassianerzeit (daher „Cassianer Riffkalk“) [850, 874, 879].

Lommeli-Schichten. Unter diesem Namen fasst Salomon [849] sämmtliche zwischen den Buchensteiner- und den Raibler-Schichten liegenden Schichtgesteine (einschliesslich von Rothpletz' „Haller-Schichten“) zusammen. Sie enthalten also alle jene Gesteine, welche Bittner [962] in dem Namen der „Ladinischen Stufe“ einbegreift.

Raibler-Schichten (t_3), ein ziemlich vielgestaltiger Gesteinscomplex bestehend aus Sandsteinen, Mergeln, Dolomiten und Rauhbacken, gewöhnlich reich an Versteinerungen. Man kann mehrere, wenn auch nicht überall gleich entwickelte Horizonte unterscheiden [842, 999]. Schwarze Mergel mit *Halobia rugosa*, Sandsteine mit Pflanzen, *Equisetum arenaceum*, *Pterophyllum* etc. (Lunzer-Sandstein in den östlichen Nordalpen). Darüber folgen dunkle grossoolithische Kalke, *Sphaerocodium Bornemanni*, eine Kalkalge, führend, mit *Cardita Gumbeli*, *Spiriferina gregaria*, *Cidaridorsata*, *Pentacrinus propinquus* etc. Weiter graue, versteinerungsleere Kalke und Rauhbacken, oft sehr mächtig. Darüber liegen sodann die oberen Mergel und zwar theils sandig-thonige mit Pflanzenresten und *Gervillia Joh. Austriae*, *Myophoria Whatleyae*, *Cardita Gumbeli*, *Astarte Rosthorni* etc., theils dunkle, knollige Mergelkalke reich an Ostreen, *Ostrea montis caprilis* (Ostreenhorizont), und an den oben aufgezählten Arten; daneben führen sie *Corbis Mellingi*, *Pecten filiosus*, *Gervillia Bouëi*, Fische und Saurier (s. die Fauna in [759]).

Rothpletz [874] trennt diese Schichten in zwei Abtheilungen, eine obere, aus Mergeln, Sandsteinen, Kalken und Rauhbacken mit *Ostrea montis caprilis* bestehend und eine untere, Kalke, Sandsteine und Mergel führend, mit *Daonella*

Lommeli, *Halobia rugosa* und *Spiriferina gregaria*. Dieser untere Horizont schliesst sich enger an die Cassianer-Schichten an und erhält von Rothpletz den Namen Haller-Schichten [852]. (Vgl. übrigens V. R. A. 1885, 59 und [999]).

In dieser Weise findet man die Raibler-Schichten in den Nordtiroler und bayerischen Alpen [759]; sie liegen hier fast durchwegs auf Wettersteinkalk. Von Vorarlberg, wo der Wettersteinkalk fehlt und an dessen Stelle der Arlbergkalk tritt, gibt Skuphros [846] folgende Reihe an: Dunkelgraue Kalke mit dünnen Mergelzwischenlagen mit *Megalodon triqueter* (Arlbergkalk?), braune Sandsteine mit Pflanzenresten, graue Mergel, dunkelgrauer, fester Kalkstein, welcher allmählich in verwitterten, hellfarbigen, körnigen Dolomit übergeht, mit *Megalodon triqueter*; darüber folgen wieder dunkelgraue Kalke, Sandsteine, Mergel, Gips und mitunter sehr mächtig werdende oder fast allein herrschende Rauhwaacke [999].

In den tirolischen Südalpen sind die Raibler-Schichten, verbunden mit Augitporphyr-Ergüssen, stellenweise in Form von rothen, oolithischen Kalken, rothen und violetten Thonen und rothen oder weissen, oft dolomitischen Sandsteinen entwickelt, denen mitunter Bohnerze eingemengt sind. Besonders charakteristisch kommen sie am Schlern-plateau (daher „Schlernplateau-Schichten“) vor; sie sind reich an Korallen und andern Versteinerungen, darunter vor allem die *Myophoria Kefersteini*, die auf die obern Raibler-Schichten hinweisen, während gewisse, für die nordalpinen Raibler-Schichten charakteristische Versteinerungen, wie z. B. *Cardita Gumbeli*, fehlen [819]. Sie scheiden hier den obern, geschichteten Schlerndolomit vom Dachsteindolomit. In ähnlicher Weise schieben sie sich weiter im Osten zwischen beide Dolomite ein; an anderen Orten fehlt diese Zwischenlage, und Schlern- und Dachsteindolomit gehen allmählich ineinander über. Wo sie unmittelbar über Cassianer-Mergeln liegen, ist ihre Trennung schwieriger*). Da und dort ist ihnen eine Bank weissen Kalkes eingelagert; an einigen Punkten reicht die Riffacies in sie hinein.

*) Vgl. Zittel, Z. D. G. LI. Prot. 104.

In der Umgehung von St. Leonhard im Abteithale kommt ein eigenthümlicher Complex von Gesteinen vor, deren Petrefacten auf die obern Raibler-Schichten (Torer-Schichten) verweisen. Sie sind unter dem Namen „Heil. Kreuz-Schichten“ bekannt.

In Südwesttirol sind die Raibler-Schichten meist nur spärlich entwickelt. In den Nonsberger Alpen erscheinen über dem durch *Diplopora annulata* charakterisirten Schlern-dolomit zuweilen Melaphyrtuffe (Mendel, Cles), die nach oben in gelben oder rostbraunen Mergel übergehen. An anderen Punkten findet man an Stelle der Tuffe dunkle Mergelschiefer. Im südwestlichen Theile der Etschbucht, wo über den „Halobien-Schichten“ häufig mächtige Dolomitmassen bis hinauf zum Lias folgen, schieben sich stellenweise vorherrschend roth gefärbte, mergelig sandige oder auch graugefärbte, kalkige Schichten ein, deren schwer bestimmbare Versteinerungen auf den Raibler-Horizont hinweisen. Verbreitet sind sie sodann in den Lombardischen Alpen. Fauna: [759, 819]; vgl. auch [655, 852, 878, 981].

Cardita-Schichten. Von Pichler [229] und anderen Geologen wurde die Beobachtung gemacht, dass sowohl unter, wie über dem Wettersteinkalke Gesteine mit denselben organischen Einschlüssen auftreten. Beide Complexe gehen westlich von Landeck, wo der Wettersteinkalk auskeilt, in einander über. Pichler unterscheidet beide Schichtgruppen als „untere und obere Carditaschichten“; die letzteren sind mit den Raibler-Schichten (Lüner-Schichten der Schweizer Geologen) identisch. Das Vorkommen von Raibler-Schichten unter dem Wettersteinkalk wird heute entschieden bestritten [735, 795, 846]. Es wird darauf hingewiesen, dass durch Überkippung echte Raibler-Schichten im Profile unter dem Wettersteinkalk erscheinen und dass bei der grossen petrographischen Ähnlichkeit der Partnach- und Raibler-Schichten ein Verwechseln beider Horizonte möglich sei.

Mit der Frage nach dem gegenseitigen Verhältnisse von Partnach-, Cardita- und Raibler-Schichten beschäftigen sich zahlreiche Arbeiten. Vgl. besonders [735, 759, 795, 819, 824, 846, 850, 852, 891, 999].

Hauptdolomit (t_4). Ein bis 500 m mächtiger, hellgrauer, oft brecciöser, zuweilen deutlich geschichteter Dolomit fast ohne Versteinerungen. Er ist in unseren Nordalpen über den Raibler-Schichten entwickelt und beherrscht im westlichen und nördlichen Theile der Tiroler und Vorarlberger Kalkalpen das Gebirge so, wie im südöstlichen Theile derselben der Wettersteinkalk; in grosser Mächtigkeit tritt er sodann in den Bündener Alpen auf. In der Gegend von Seefeld (auch bei Mittenwald, Garmisch, Wallgau, Vorderriss, bei Pflach nächst Reutte, bei Münster im Unterinnthale etc.) sind ihm dunkle, bituminöse Mergel, Asphalt-schiefer, eingelagert, welche bei Seefeld (*Seefelder-Schiefer*), zahlreiche Fischabdrücke (*Pholidophorus*, *Lepidotus*) enthalten.

Nach oben geht der Dolomit häufig in plattigè, versteinierungsführende *Plattenkalk*e mit Turritellen, Naticaarten und Megalodonten, *M. scutatus* und *gryphoides*, über.

Im südosttirolischen Hochlande wurde der Hauptdolomit als *Dachsteinkalk* bezeichnet; er ist grösstentheils dolomitisch, besitzt aber im Habitus eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Dachsteinkalk. Um beides auszudrücken, nennt man ihn auch *Dachsteindolomit*. Dieses Gestein geht hier öfter ohne Zwischenlagerung von Raibler-Schichten aus dem Schlerndolomit hervor. Desgleichen fehlt hier auch die Auflagerung des Mergelhorizonts der Kössener-Schichten und die Liasablagerungen folgen unmittelbar über ihm.

Abgesehen von seiner gewöhnlich deutlichen Schichtung zeigt der Dachsteindolomit in Südosttirol Reliefformen, welche denen des ungeschichteten Schlerndolomits ähnlich sehen. Dem Touristen gelten die fast ausschliesslich aus Dachsteindolomit aufgebauten Gebirge um Ampezzo als ausgezeichnete Repräsentanten von „Dolomiten“, obwohl eigentlich der Schlerndolomit dem südosttirolischen Hochlande den weltbekanntesten Namen gegeben hat [408, 447].

In Südwesttirol, wo der Hauptdolomit eine grosse Verbreitung und Mächtigkeit besitzt, erscheint er als hellgrauer, dichter, oder zuckerkörniger, dickbankig geschichteter Dolomit. Versteinerungen sind mitunter (Gegend von Storo) nicht selten. Wir erwähnen: *Megalodonten*, *Turbo solitarius*, *Avicula exilis*, *Gyroporella resiculifera*. In ähnlicher

Ausbildung erscheint das Gestein in den Venetianer Alpen südlich von der Valsugana, hier reichlich *Megalodonten* und den *Turbo solitarius* (*Pleurotomaria solitaria*) führend.

Dachsteinkalk (td). An Stelle des Hauptdolomits tritt in den östlichen Nordalpen ein hellgrauer, meist deutlich geschichteter Kalk auf, der hier im Gebirgsrelief dieselbe Rolle spielt, wie weiter westlich der Hauptdolomit. Im Salzkammergut sind ihm die obern „Hallstätterkalk“ eingelagert, während der untere Theil dieser Kalke dem Raibler-Niveau entspricht. An Versteinerungen ist der Dachsteinkalk arm; am bezeichnendsten sind *Megalodonten* („Dachsteinbivalve“, „Hirschritte“) und Korallen („*Lithodendron*“).

In den nordöstlichen Alpen liegt der Dachsteinkalk über Raibler-Schichten und wird selbst meist vom Lias discordant überlagert. An einigen Punkten jedoch schieben sich echte Kössener Mergel zwischen ein.

Kössener-Schichten (t₃) (rhätische Schichten, Gervillien-Schichten, Schichten der *Avicula contorta*). Über dem Hauptdolomit oder den Plattenkalken folgen dunkle, thonige Kalke, Mergel und Schieferthone, leicht verwitterbar, fruchtbare Alpenweiden tragend; sie sind reich an Versteinerungen. Die untern Schichten führen vorherrschend Muscheln (*Avicula contorta*, *Gervillia inflata*, *Mytilus minutus*, *Cardita austriaca* etc.). die höhern Brachiopoden (*Terebratula gregaria*, *Rhynchonella cornigera*, *R. subrimosa*, *R. fissicostata*, *Spiriferina Emmerichi*, die grosse *Spirigera oxycolpos*) und auffallende Ammoniten (*Choristoceras Marshi* = *rhäticum*). Local treten Korallenlager und Riffe („*Lithodendronkalk*“) mit vielen gut erhaltenen Korallen auf (*Thecosmilia clathrata*, *Thamnastraea rectilamella* (= *Meriani*), *Astraeomorpha confusa* etc.), die vom Dachsteinkalk nicht mehr unterschieden werden können. Dieser von Gümbel als „oberer Dachsteinkalk“ angesprochene Kalk wird heute als „Kössener-Kalk“, „rhätischer Kalk“ bezeichnet [945, 999]. Er liegt zuweilen ohne Zwischenlagerung von Kössener-Mergeln unmittelbar auf Hauptdolomit.

Die Kössener-Schichten begleiten den Hauptdolomit fast auf seinem ganzen Verbreitungsgebiete in den Nordalpen

und bilden über seinen kahlen, trostlosen Felsenmauern eine vegetationsreiche Decke (quellenreiche Alpen).

In den tirolischen S ü d a l p e n sind die Kössener-Schichten auf einige Gebiete beschränkt. Man findet sie, vollkommen den Gesteinen in den Nordalpen gleich, im Kalkgebirge südlich von Lienz, sodann im westlichen Theile der Etschbucht (Brenta-*), Gardaseegebiet) und in den lombardischen Alpen [502, 878, 910, 981]. In Judicarien kann man sie in drei Schichtcomplexe trennen: einen untern aus petrefactenreichen Mergeln bestehenden, einen mittleren Korallenkalk (Lithodendronkalk) mit *Terebratula gregaria* und einen oberen fossilereen Dolomit (Grenzdolomit).

Grenzdolomit (tg), hellgraue, mächtige dolomitische Kalke und Dolomite ohne Versteinerungen, welche im südlichen Theile der Etschbuchtgebirge (Judicarien, Gardasee-Gebiet) über rhätischen (Kössener-) Schichten und unter sicherem Lias auftreten. In den brescianischen Alpen wird das Gestein wohl auch „corna“ genannt [568].

Ortlerkalk, ein dunkler, sehr mächtiger, in dicken Bänken abgelagerter, fast versteinungsleerer Kalk, der im Ortlergebiete über verrucanoartigen Gesteinen liegt und daselbst die höchsten Erhebungen der österreichischen Alpen, Ortler, Zebbru, Königspitze, aufbaut. Sein geologisches Alter ist nicht vollkommen sicher. Er wird sowohl als Muschelkalk, wie als Hauptdolomit angesprochen.

*) Hier auf corrodirtem Hauptdolomit discordant aufruhend [910, 981].

Übersicht der Triasformation.

	Nordtiroler und bayerische Alpen	Vorarlberg und Graubünden	Südtirol
t ₅	Rhätische Kalke (Oberer Dachsteinkalk) Kössener-Mergel	Rhätische Kalke Kössener-Schichten	Grenzdolomit (tg) Kössener-Mergel
t ₄	Hauptdolomit und Platten- kalk; Dachsteinkalk i. Osten	Hauptdolomit	Hauptdolomit (Dachstein- dolomit)
t ₃	Raibler-Schichten	Raibler-Schichten und Rauh- wacken	Raibler-Schichten und Dolomit
	Wetterstein- kalk (tw) und -dolomit	Arlbergkalk u. -dolomit (ta)	Schlerndolo- mit u. Mar- molatakalk (ts) Cassianer- u. Wengener- Schichten(tc)
t ₂	Partnach- Schichten (tp)	Partnach- Schichten (tp)	Buchenstein-Schichten und -dolomit (tb) Mendoladolomit (t ₂ o) Unterer Muschelkalk t ₂ u
	Muschelkalk (t ₂)	Muschelkalk (t ₂)	
t ₁	Werfener-Schichten	Werfener-Schichten (Verrucano)	Werfener-Sch. Campiler-Sch. Seiser-Sch.

B. Juragesteine (i).

Man pflegt die Jurasedimente in drei Unterabtheilungen zu gliedern. Dieselben sind von unten nach oben: Lias oder schwarzer Jura, Dogger oder brauner Jura und Malm oder weisser Jura. Die obersten Malmschichten werden auch als Tithon bezeichnet. In unseren Alpen dürfte es sich empfehlen nur zwei Abtheilungen, den Lias (l) und den Jura im engeren Sinne (j) zu unterscheiden.

Lias (l, l₁).

Auch im Lias finden wir, ähnlich wie in der Trias, noch ausserordentlich grosse Faciesunterschiede, und die Schichtenfolge an einem Orte ist oft ganz verschieden von jener in anderen Gebieten. Wir heben folgende besonders wichtige Gesteinsbildungen hervor.

Algäu-Schichten oder **Fleckenmergel** (lf). Ein ziemlich vielgestaltiger Complex von Gesteinen, unter denen graue, durch Algen (Fucoiden) dunkel gefleckte Mergelkalke und Schiefer vorherrschen. Daneben finden sich knollige oder kieselige, dickbankige, dunkle Kalke, ferner graue, grüne und rothe Hornsteinkalke u. dgl. m. Die schwärzlichen Schiefer sind oft reich an Manganerzen.

Die Fleckenmergel folgen entweder unmittelbar über Kössener-Schichten oder sie überlagern die rothen Liaskalke*). Sie sind Tiefseebildungen.

Ihre Hauptverbreitung haben sie in den westlichen Nordalpen; auch in den Südalpen westlich vom Gardasee findet man sie. Hier setzen sie sich aus dünngeschichteten, dunkelgrauen bis schwarzen Plattenkalcken zusammen, die meist Kieselausscheidungen enthalten; zuweilen sind sie fleckig und führen Ammoniten des Medolokalkes.

Die Algäu-Schichten umschliessen viele Versteinerungen, besonders Ammoniten, wie *Am. Nodotianus*, *Actaeon*, *Mimatense*, *oxynotus*, *Nilsoni*; dann Belemniten, wie *B. breviformis*, *paxillosus*; ferner *Inoceramus Falgeri*. In den obern Lagen finden sich die charakteristischen *Amm. margaritatus*, *radians* und *bifrons*.

Adnetherkalk (la). Ein dunkelrother, dünnschichtiger, thoniger Kalkstein, der besonders in den östlichen Nord-

*) Zur Gliederung vgl. Böse [880].

alpen über Kössener-Schichten folgt. Er ist reich an Ammoniten. Dieselben sind als Steinkerne und meist nur mit einseitigem Schalenabdrucke erhalten. Oft zur Unkenntlichkeit verdrückt, lassen sie die Schichtflächen knollig erscheinen (Knollenkalk). Hier mögen erwähnt werden: *Arietites spiratissimus*, *ceras*, *bisulcatus*; *Phylloceras Zetes*, *Nilsoni*; *Lytoceras Gaytani*; *Harpoceras radians* und *bifrons*. Ausser Ammoniten kommen auch Stielglieder von Haarsternen, *Crinoiden*, vor.

Hierlitzkalk (lh). Ein ungeschichteter, lichter, oft roth geflammter, marmorartiger, nicht selten brecciöser Kalk, der gewöhnlich den Dachsteinkalk ohne Zwischenlagerung von Kössener-Schichten nach oben fortsetzt. Neben dem ungeschichteten Hierlitzkalk kommen über dem Dachsteinkalk auch rothe, dickbankige, thonarme, Manganputzen führende Kalke vor; sie enthalten reichlich Crinoiden-Stielglieder, sonst aber wenig Versteinerungen. Gewöhnlich werden sie auch als Adnetherkalk aufgeführt.

Der Hierlitzkalk umschliesst viele Brachiopoden, unter denen besonders hervorzuheben wären: *Terebratula punctata*, *Waldheimia cornuta* und *subnummismalis*, *Rhynchonella belemnitica*, *Spiriferina alpina*, *pinguis*, *rostrata* etc. etc. Von den seltenen, meist kleinen Ammoniten seien erwähnt: *Am. oxynotus*, *Jamesoni*, *planicosta*, *brevispina* u. a.

Bunte Cephalopodenkalke. Dunkel- oder lichtgraue, gelblich- bis röthlich-graue, bunte oder gelbe bis braune, auch intensiv rothe Kalke mit Crinoiden-Stielgliedern, Hornstein führend, oft breccienartig, meist reich an (grossen) Ammoniten (Cephalopoden); Tiefseebildung. Von den Ammoniten seien erwähnt: *Psiloceras calliphyllum*, *Ps. Johnstoni*, *Ps. megastoma*, *Arietites proaries*, *Arietites rotiformis*, *Schlotheimia marmorea*.

Die rothen Cephalopodenkalke werden häufig auch kurzweg als Adnetherkalk bezeichnet*).

Sehr bemerkenswert ist es, dass die rothen Liaskalke häufig in die Unebenheiten des unterlagernden Dachstein-

*) Über die Liasfacies der Nordalpen vgl. [675].

kalkes „taschenförmig“ (daher „Liastaschen“) eingreifen. Die eigenartigen Lagerungsverhältnisse zwischen dem Dachsteinkalke und dem Lias wurden auch dahin gedeutet, dass zwischen beiden Sedimentationen eine Landbildung und -Abtragung erfolgt sei (Liastransgression [646, 674]), während andere hierin Lagerungsverhältnisse zwischen Riffen- und gewöhnlichen Sedimenten erblicken [675, 676].

Graue Kalke von Venetien (lg) und Rozzo-Schichten (lr). Ein Complex von grauen Kalksteinen, Dolomit und Schieferthon, der in den Südstiroler und Venetianer Alpen unmittelbar über dem Hauptdolomit (Dachsteindolomit) folgt. Man kann eine untere Abtheilung aus lichtgrauen, zuweilen röthlich geflammten Kalken mit spärlichen Versteinerungen (*Gervillia Buchi*) und eine obere, aus dunkelgrauen Mergelkalken und Thonen bestehende Abtheilung unterscheiden. Diese führen eine reiche aber eigenartige Fauna [626, 779]*), so *Megalodon pumilus* und *ovatus*, *Perna Taramelli*, *Mytilus mirabilis*, *Chemnitzia terebra* und vor allem bezeichnend *Terebratula Renieri* und *Rozzoana*. Die Schieferthone führen Pflanzen: *Equisetum Bunburgi*, *Cycadopteris Brauni*, *Dichopteris Vesiani*, *Cycadospermum Böhmi*.

Berühmt geworden durch ihren Fossilreichthum sind die Steinbrüche an der Sega di Noriglio bei Rovereto. Die Pflanzenreste findet man vor allem in den Sette Comuni (Rozzo) und den Tredici Comuni (Rovere di Velo).

Auffallend sind die Einlagerungen von grauen, sehr festen Kalken mit zahlreichen Einschlüssen unregelmässiger hellweisser Kalkspathfetzen, *Lithotis problematica***), die wahrscheinlich von einer Austernschale stammen.

Die Westgrenze dieser Liasentwicklung folgt dem Gardasee und der Depression über Ballino; westlich davon ist der Lias in der Medolofacies entwickelt.

Oolithe der Südalpen (io) (Gardakalke (ig)). Graue bis gelbliche, dickbankige, feinoolithische Kalke. Die oolithische

*) Vgl. auch Haas, Beiträge zur Kenntniss der liasischen Brachiopodenfauna von Südtirol und Venetien, Kiel 1884. Negri, Boll. soc. geol. Ital. Vol. X. fasc. 2. Roma 1891, 309.

**) Vgl. V. R. A. 1890. 64.

Structur tritt oft erst bei der Verwitterung deutlich hervor. Sie führen Schnecken und Brachiopoden (*Rhynchonella bilobata*) und haben in Südtirol (besonders im Monte Baldo-Gebiete und dem Zuge des Orto d'Abramo) über dem grauen Lias und unter dem rothen Ammonitenkalk eine weite Verbreitung, während sie im südlichen Theile der Sette Comuni fehlen. Hier liegt der rothe Ammonitenkalk unmittelbar über dem grauen Lias. Auch in den Brescianer Alpen sind sie nicht mehr typisch entwickelt. Sie gelten heute als liasische Bildungen [566, 568, 569, 600, 680, 761, 1009]. In einer der obersten Bänke dieses Complexes kommen am Gardasee bei Cap S. Vigilio zahlreiche Versteinerungen*), besonders Ammoniten (*Harpoceras Murchisonae*, *opalinum*, *Hammatoceras fallax*, *pugnax*, *Simoceras scissum* u. v. a.) vor. (Oolithe von S. Vigilio).

Medolokalk (lm). Ein dunkelgrauer, wohlgeschichteter, petrefactenarmer Kieselkalk, der in den lombardischen und Brescianer Alpen auf den Kössener-Schichten liegt.

In ähnlicher Ausbildung als graue, hornsteinführende Kalke und Mergel mit Ammoniten, (Gesteinen von der Art der nordalpinen Fleckenmergel) tritt der Lias im ganzen Gebiete westlich vom Gardasee und dem Ballinosattel auf.

Rhynchonellen-Schichten (ir), graue oder helle, kieselreiche, brachiopodenführende Kalke, mit *Rhynchonella Vigili* und *Clesiana*, die in Judicarien und in den lombardischen Alpen über dem Medolo und unter dem folgenden Kalke liegen.

Calcarea ammonitico rosso inferiore. Ein dem Adnether ähnlicher rother Ammonitenkalk; liegt in den Südalpen über dem Medolo oder den Rhynchonellenschichten.

Jura im engeren Sinne (j).

(Dogger, Malm und Tithon).

Abgesehen von den Aptychenschichten, welche wahrscheinlich den ganzen obern Jura repräsentiren und eine grössere Verbreitung haben, finden wir in unsern Alpen

*) Vgl. Vacek, Fauna der Oolithe vom Cap. S. Vigilio etc. Abhandlungen d. k. k. geol. Reichsanstalt Bd. XII, 1886.

verschiedenartige mehr oder weniger local beschränkte Ablagerungen mit eigenartiger petrographischer Ausbildung und Fauna, welche einer Gleichstellung dieser Sedimente mit auswärtigen Jurabildungen lange Zeit grosse Schwierigkeiten entgegengesetzt haben. Die wichtigsten Jurasedimente sind folgende.

Aptychenschichten (ja) und Hornsteinkalke (ih) Graue, seltener rothe, kieselsäurenreiche, Hornsteinausscheidungen führende, dünn-schichtige Kalke, in denen sich von Petrefacten fast nur die charakteristischen Aptychen finden. Wahrscheinlich vertreten sie nur die obersten Jurahorizonte. Ihre Hauptverbreitung haben sie, wie die Fleckenmergel im westlichen Theile unserer Nordalpen, in geringerer Ausdehnung sodann im östlichen und in den Südalpen.

Brachiopodenkalk (jb). Röthliche oder geflamnte Kalke vorherrschend Brachiopoden führend; local entwickelt am Rothenstein bei Vils und am Laubenstein bei Hohen Aschau. Sie repräsentiren den untersten Dogger [678, 740].

Vilser-Kalk (iv). Ein weisser oder röthlicher Kalk mit zahlreichen Brachiopoden (*Terebratula pala* und *antiplecta*, *Rhynchonella Vilsensis* etc.) welcher besonders schön entwickelt am Legam bei Vils vorkommt; er gehört dem obern Dogger an.

Posidonomyen-Schichten (ip). Weisse oder bräunliche Kalke, welche in den Südalpen an mehreren Stellen über den Oolithen oder auch den grauen Liaskalken auftreten. Sie führen oft in ausserordentlicher Menge eine kleine Muschel, die *Posidonomya alpina*, wovon sie den Namen erhielten.

In den Nordalpen sind dieselben Gesteine unter dem Namen Klaus-Schichten bekannt. Sie gehören dem mittlern Dogger an und sind stets nur local entwickelt.

Ausser der genannten charakteristischen Muschel führen diese Gesteine noch *Terebratula curviconcha*, *bivallata*, *Gerda* und einige Ammoniten, wie *Am. subradiatus*, *tripartitus*, *fuscus* u. dgl. m.

Acanthicus-Schichten (ia). Meist roth gefärbte, marmorartige, hornsteinführende Ammonitenkalke. Sie finden sich an einzelnen Punkten der Nordalpen, weit verbreitet aber in den Südalpen, wo sie schon durch ihre auffallende Färbung einen leicht verfolgbaren Horizont darstellen. Die italienischen Geologen nennen dieses Gestein *Calcare ammonitico rosso superiore*. Die Acanthicus-Schichten folgen in den Südalpen über dem grauen Lias, den Aptychenschichten, oder den Oolithen und dem Posidonomyengestein und werden zum Malm gerechnet.

Von den zahlreichen Ammoniten mögen erwähnt werden: *Peltoceras transversarium*, (in den unteren Lagen, daher „Transversariuszone“), *Aspidoceras acanthicum*, *binodum*, *polyolcum* etc.

Diphyakalk (id). Über den Acanthicus-Schichten oder übergreifend auf ältere Sedimente folgen rothe, Ammoniten führende Kalkschiefer, die von Hornsteinschnüren durchzogen sind. Aus ihnen gehen nach oben helle, dickbankige, marmorartige Kalke (Majolica) hervor, in denen sich die charakteristische *Terebratula diphya* findet. Diese dem obersten Malm oder Tithon angehörigen Kalke gehen in den Südalpen meist ganz allmählich in den Biancone über.

Auch in den Nordalpen findet man sie an einzelnen Stellen (Wendelstein).

Von Versteinerungen seien hervorgehoben: *Phylloceras ptychoicum*, *silesiacum*, *Aptychus latus* und *Belemniten*.

Demselben Niveau gehören die Ammergauer-Wetzstein- (Aptychen-) Schichten, die Marmorlager von Tegernsee, sowie der dunkelblaugraue bis schwarze Auerkalk von Au im Bregenzer Walde an. In den unteren Lagen ist dieser fast massige Kalk von vielen weissen Kalkspathadern durchsetzt, nach oben geht er allmählich in schwarze Mergel über. Versteinerungen sind spärlich, doch findet sich darunter die charakteristische *Terebratula diphya* [525].

Auch die weissen, fast massigen, zuweilen oolithischen Kalke, welche unter anderem im Süden des Rhäticon die bizarren Gipfel der Sulzfluh, der Drusenfluh, der

Scheienfluh u. s. w. aufbauen, werden in neuester Zeit zum Tithon gerechnet (Rothpletz, Alpenforschungen I, 1900). Ihnen eingelagert sind rothe Mergel; unter ihnen liegen Foraminiferen führende Kalkschiefer und sandig-thonige Lagen. Die Kalke führen an der Scheienfluh *Nerinea consobrina*, *Actaeonia utriculum*, *Diceras Lucii*. Die weissen Kalke wurden früher als Dachsteinkalk, Lias (Steinsbergkalk) und Caprotinenkalk (Kreide) angesehen; die Kalkschiefer und Sandsteine wurden der Trias zugezählt.

Übersicht der Juraformation.

Nordalpen		Südalpen
Jura (j) s. str. [Dogger (i ₂), Malm und Tithon (i ₃)]		
Diphykalk (id) [Auerkalk, Kalk der Drusenfluh (i ₃), Ammergauer-Wetzsteinschichten]	Aptychenschichten (ja)	Diphykalk (id)
Vilserkalk (iv)	Aptychenschichten (ja)	Ammonitico rosso sup. [Acanthicusschichten (ia)]
Brachiopodenkalke (ib)	Aptychenschichten (ja)	Posidonomyenschicht. (ip)
Lias (i ₁ , l)		
Adnetherkalk (la)	Algäuschichten (lf) (Fleckenmergel)	Oolithe (io) Grauer Lias (lg) [Rozzschichten (lr)] und Medolo (lm)
Hierlatzkalk (lh) Bunte Cephalopodenkalke	Algäuschichten (lf) (Fleckenmergel)	Rhynchonellenschicht. (ir)

C. Kreidegesteine (c).

In unseren Alpen ist keine so scharfe Grenze zwischen Jura- und Kreidebildungen, wie anderwärts, der Übergang ist ein allmählicher. Dagegen lässt sich innerhalb der Kreideablagerungen eine Zweitheilung in eine untere und obere Abtheilung gut durchführen. Die Kreidesedimente der Nord- und Südalpen sind sehr verschieden. Ein auffallender Unterschied macht sich sodann in den Nordalpen westlich und östlich vom Lech geltend; man pflegt diese verschiedene Ausbildungsweise als „schweizerische und österreichische Kreidefacies“ zu bezeichnen.

Wir gliedern die Kreidesedimente unserer Alpen in folgender Weise:

Obere Kreide:	{ Seewen- Gosauschicht. } { schichten Cenoman, }	Scaglia
Untere Kreide:	{ Gault } { Urgon } { Neocom }	Biancone

Ausserdem gehört ein Theil des Flysch der Kreideformation an.

Die Kreideformation in den Nordalpen westlich vom Lech.

Es folgen in diesem Gebiet von unten nach oben: Neocom, Urgon, Gault, Seewenschichten. In den Algäuer Alpen kann man [525] eine Mergel- und eine Korallenfacies innerhalb der untern Kreidebildungen unterscheiden, die wechselseitig ineinandergreifen. Die erstere herrscht im Süden des Gebietes, die letztere umzieht die Mergelfacies im Bogen von Westen über Norden nach Osten. (Vgl. das Schema Abb. 38). Wir heben im folgenden einige der wichtigsten Glieder hervor.

Neocom (cn). Als unterste Stufe der Mergelfacies erscheinen über dem tithonischen Auerkalke schwarze bis graue Mergel. Häufig stellen sich darüber dunkle Kieselkalke ein, die sich im Reliefe als Steilwand bemerkbar machen. Darüber folgen neuerdings Mergel, die dem mittlern und obern Neocom angehören, in den höchsten Lagen aber auch die im Gebiete der Kalkfacies entwickelten mächtigen Urgonkalke vertreten.

Im untern Neocom findet man: *Terebratula diphioides* und Ammoniten (*A. Boissieri*, *privavensis*, *occitanicus*); in höheren Lagen *Belemnites latus*, *Amm. Roubandi*, *Hoplites neocomiensis* etc.

Im mittlern Neocom: *Belemnites dilatatus*, *Aptychus Didayi*.

Im obern Neocom: Eigenartige Ammoniten, wie *Crioceras*-, *Ancyloceras*- und *Scaphites*-Arten.

Im Gebiete der Kalkfacies erscheinen bereits im Unterneocom dunkle Kalke. Aber auch die höheren Neocombildungen über den Kieselkalken sind, zunächst mit Mergelzwischenlagern, dann allein herrschend, kalkiger Natur.

Urgon (cu). Ihm gehören graue, grobspäthige, zuweilen oolithische oder sandige, weiss bis gelbbraun anwitternde Kalke (Unterurgonkalke) an; sie sind oft reich an kleinen Brachiopoden, Muscheln und Schnecken. Nach oben gehen sie in dichte, dunkelgraue Kalke (Oberurgonkalke) über; diese führen oft in grosser Menge eigenartige Muscheln, *Requienien*, *Caprotinen* (daher „Caprotinenkalk“ (ck)). In den untern Urgonkalken finden sich zuweilen Mergel eingelagert, die mitunter reich an Versteinerungen, besonders an Austern (*Ostrea rectangularis*) sind (Klien bei Hohenems). Diese in den westlichen Alpen weit verbreiteten korallinen Kalke sind mit Vorliebe die Träger der merkwürdigen Karren- und Schrattenbildung (daher „Schrattenkalk“). Im intensiv gefalteten vorarlbergischen Kreidegebiete erscheinen sie im Terrain gewöhnlich als schroffe, weithin ziehende Felsmauern.

Nach oben gehen diese Gebilde in grobspäthige Kalke von gleichem Aussehen, wie die Unterurgonkalke, über; sie sind geringmächtig und führen in reichlicher Menge eine kleine Foraminifere, die *Orbitolina lenticularis*.

Gault (cg). Dunkelgrüne, kalkige, seltener hellgefärbte Sandsteine, meist dickbankig entwickelt, und sandige Mergelschiefer. Die Gaultlage ist allgemein über den Urgonkalken und Mergeln verbreitet und im Terrain meist deutlich ausgeprägt.

Die Gaultschichten sind vorwiegend in den Mulden der Falten abgelagert und fehlen in der Regel auf den Sätteln.

Versteinerungen kommen am häufigsten in den Mergelschiefern und in einer obern Lage an der Grenze gegen die Seewenschichten vor. Es finden sich unter anderen: *Belemnites minimus*, *Hamites attenuatus*, *Hoplites Milletianus*, *mammillaris*, *Haploceras Beudanti*, *Schloenbachia inflata*, *Inoceramus concentricus* u. s. w.

Seewenschichten (cs). Die obere Kreide ist westlich vom Lech durch einen lichtgrauen, splitterig brechenden, von dünnen Thonlagen durchsetzten Kalk, den sogenannten Seewenkalk, vertreten. Derselbe findet sich besonders gut entwickelt im Gebiete der Kalkfacies der unteren Kreide, während im Gebiete der Mergelfacies mit Vorliebe mergelige Bildungen, Seewenmergel, auftreten. Versteinerungen (*Holaster*, *Cardiaster*, *Micraster*, *Inoceramus Cuvieri* und *Brogniarti* etc.) sind nicht häufig. Die Kalke werden von Nummulitenkalk überlagert; die Mergel gehen durch Aufnahme von Sand ganz allmählich in den Flysch über.

Die Kreideformation in den Nordalpen östlich vom Lech.

Stratigraphisch einfacher ist die Kreideformation in den östlichen Nordalpen entwickelt. Hier hatte am Schlusse der Neocom-Zeit eine bedeutende Zertrümmerung und Aufstauung der älteren Absätze stattgefunden, so dass die Sedimente der jüngeren Kreide nur ausserhalb des emporgehobenen Landes, am Nordrande der heutigen Alpen, zum ungestörten Absatze gelangten, innerhalb des gehobenen Terrains aber nur in Buchten.

Neocom (cn) (Neocom-Aptychenschichten). Diese Stufe ist in Form meist hellgrauer, dünngeschichteter Mergelkalke und dunklerer, sandiger Mergelschiefer und Sandsteine entwickelt, aus denen der Flysch hervorgeht. Sie liegen westlich vom Innquerthale concordant auf Jura-Aptychenschichten und schliessen sich diesen auch in ihrer Verbreitung an. Wir erkennen vor allem einen langgestreckten, als Kern in eng zusammengepresster Mulde liegenden Zug. Derselbe

beginnt im Wettersteingebirge und erstreckt sich sodann aus dem Karwendelgebirge und der Gegend nördlich vom Achensee längs der tirolisch-baierischen Grenze gegen Kufstein. Auch nördlich davon kann man diese Schichten stellenweise in den Ammergauer und Tegernseer Bergen treffen. Östlich vom Inn liegen sie grösstentheils ebenso, wie die jüngeren Kreideschichten, discordant auf älteren Sedimenten. Im Salzburgischen sind diese Sedimente als Rossfelder- und Schrambach-Schichten bekannt.

Unter den Versteinerungen ist besonders der *Aptychus Didayi* hervorzuheben (daher auch „Neocom-Aptychenkalk“); ausserdem findet man viele von den aus dem Neocom der westlichen Alpen erwähnten Formen.

Gault (cg). Schichten des Gaultniveaus sind in den östlichen Gebieten unserer Alpen nur spärlich vertreten. Ihm gehören einzelne, auf den eben erwähnten nördlichen Kreidzug beschränkte Vorkommnisse von schwarzgrauen, dünnplattigen Schieferthonen mit plattgedrückten Gaultfossilien (z. B. *Inoceramus concentricus* und *sulcatus*) an.

Cenoman (cc). Östlich vom Lech stellt sich am Nordrande der Alpen ein langgestreckter, schmaler Zug von sandigen, mergeligen, meist aber conglomeratisch und breccienartig entwickelten Bildungen ein, welche reichlich eine kleine scheibenförmige Foraminifere, *Orbitolina concava*, führen und dementsprechend zur Cenomanstufe gehören. Besonders schön sind sie in den Ammergauer Alpen entwickelt [938, 996].

Gosau-Schichten (cgo). (Senon). Mergel und Sandsteine, Breccien und Conglomerate mit eingelagerten Korallenkalken, reich an Versteinerungen der oberen Kreide. Die Gesteine sind, wie erwähnt, auf einzelne Buchten im Innern des Gebirges beschränkt und liegen discordant auf älteren Sedimenten (Gegend von Imst, Sonnwendjoch, Brandenberg, Reichenhaller Gegend mit dem Untersberger Marmor).

Die Versteinerungen der Mergel und Sandsteine sind meist gebleicht und liegen in grosser Menge lose im Gesteine; es sind vorwiegend Schnecken (*Nerineen*, *Actaeonellen*) und Muscheln.

Die Kalke führen Hippuriten (*Hippurites cornu vaccinum, organisans*), Radioliten (*R. cornu pastoris*), Sphaeruliten und Korallen (*Cyclolites, Trochosmilica*).

Die Kreideformation in den Südalpen.

Wesentlich einfacher sind die Verhältnisse der Kreideformation in den Südalpen. Im Gebiete der Dolomiten wurden nur an einzelnen Punkten (Gardenazagebirge)*, Kreideablagerungen und zwar Vertreter des Neocoms nachgewiesen. Ausserhalb des Dolomitgebietes erscheint in den Südalpen über dem Diphyakalke und aus diesem allmählich hervorgehend ein hellweisser oder röthlicher, muschelartig brechender, porzellanartiger Kalkstein, *Biancone* (cb) (in den lombardischen Alpen auch *Majolica* genannt), der da und dort Ammoniten des Neocoms (*Am. Astierianus*) und *Aptychus Didayi*, sowie solche des Gault (*Am. mammillaris, inflatus, Crioceras Duvali* etc.) führt. Der besonders im Gebiete der Sette Comuni mächtig entwickelte Kalk ist dünnbankig geschichtet und führt häufig Hornstein in Knauern, Lagen und Schnüren eingefügt.

Die obere Kreide vertreten rothe, mergelige, wohlgeschichtete Kalksteine und rothe Mergel, die sogenannte *Scaglia* (esc), die nur wenig Versteinerungen, darunter solche des Senon, wie z. B. *Belemnitella mucronata* und *Stenonia tuberculata* (bei Tres im Nonsberg) führt. Die *Scaglia* folgt über *Biancone* oder greift discordant auf ältere Sedimente über, wie dies besonders vom Nonsberg-Gebiete bekannt ist; nach oben entwickelt sich aus ihr ganz allmählich das Eocän. Ihre Hauptverbreitung hat sie im Gebirge westlich von der Etsch.

Flysch (f).

Der Flysch bildet im Norden der nördlichen Kalkalpen eine von der Westschweiz bis Wien reichende und von dort am Nordfusse der Karpathen sich fortsetzende Zone. Er besteht in unseren Gegenden aus Kalksteinen (oft Hornstein führend) Mergelkalken (Cementkalk), Thon, Sandstein (besonders im Osten, daher „Wiener Sandstein, Karpathen Sandstein“), Breccien und Conglomeraten in bunter Wechsellagerung. Petrefac-

*) Haug, in Beiträge zur Pal. Österr.-Ung. 1889.

ten sind selten; verhältnismässig häufig zeigen sich Algenabdrücke (Chondriten) und Kriechspuren (Helminthoiden), die zur Altersbestimmung nicht verwendet werden können. Im Osten wechsellagernden Flysch-Schichten mit Neocom-Aptychenschiefer und führen Inoceramen der unteren Kreide. Im Salzburgischen und in der Umgebung des Chiemsees führt der Flysch Versteinerungen der oberen Kreide (*Inoceramus Salisburgensis*). Dagegen muss nach den Lagerungsverhältnissen am Kressenberg, bei Neubeuern, bei Tölz und am Grünten, wo der Flysch über Nummulitenschichten liegt, dieser Theil zum Eocän gerechnet werden. Desgleichen gehört er in den Schweizer Alpen sicher der Tertiärformation an. Auffallend sind in ihm die exotischen Blöcke, d. h. mitunter riesige Blöcke krystalliner Gesteine, deren Heimat nicht in den Centralalpen zu suchen ist. Nach Gümbel stammen sie von dem während der ganzen mesozoischen Periode dem heutigen Alpengebiete im Norden vorgelagerten sogenannten vindelicischen Gebirge her, das während der jüngeren Kreide und dem älteren Tertiär zerstört und vollständig abgetragen wurde. Der von den Flüssen dieses Gebirges in das Kreide- und Tertiärmeer getragene Detritus lieferte das Material zur Flyschbildung. Nach Ablagerung des Neocoms trat im Gebiete der Ostalpen eine bedeutende Dislocation ein, die erst später auf die Westalpen übergriff. Diese Störungen mögen im Osten zu einer viel rascheren Abtragung des vorgelagerten vindelicischen Gebirges geführt und die Flyschbildung bereits zur jüngeren Kreidezeit eingeleitet haben. Damit im Einklange steht die Erscheinung, dass im ostalpinen Gebiete der (Kreide-) Flysch discordant an die älteren Kreidebildungen stösst, während in den Westalpen der (tertiäre) Flysch concordant über den jüngsten Kreidebildungen folgt.

Südlich von Sonthofen wird die Flyschzone durch das keilförmig nach Osten vorgeschobene Vorarlberger Kreidegebirge in zwei Zonen gespalten. Die südliche Zone sinkt längs einer Überschiebungsfläche unter das ältere Kalkgebirge ein. An der Grenze beider Bildungen treten in der Gegend von Oberstdorf und Hindelang Eruptivgesteine, Gümbels „Alpenmelaphyre“ („Algovit“ Winklers [153]) und krystalline Schiefer [744] auf.

Übersicht der Kreideformation.

	Nordalpen		Südalpen
	Westl. v. Lech	Östlich vom Lech	
Oberer Kreide (c ₂)	Seewenkalk- u. -mergel (cs)	Gosauformation (f) (ego) Cenoman (cc)	Flysch (f) Scaglia (csc)
Untere Kreide (c ₁)	Gault (cg) Urgon (cu) Neocom (cn)	Gault (cg) Neocom (cn)	Biancone (cb)

Känozoische Gesteine.

Die Sedimente der „Neuzeit“ der Erde zerfallen in zwei Abtheilungen, Bildungen der Tertiärperiode und solche des Quartärs.

A. Tertiärgesteine (m).

Die hierhergehörigen Bildungen lassen sich innerhalb der Alpen ungezwungen in eine ältere und eine jüngere Abtheilung bringen.

Das **Alt-Tertiär** (ma) [Eocän (m₁) und Oligocän (m₂)] ist charakterisiert durch das Vorwalten Nummuliten führender Schichten (mn), Es sind dies entweder Mergel und Sandsteine oder feste, dickbankige Kalke, die oft fast ausschliesslich aus Nummuliten aufgebaut sind. Sehr deutlich sind letztere gewöhnlich auf verwitterten Flächen zu sehen. Ausser den Nummuliten sind Versteinerungen (von einigen Stellen,

wie Kressenberg, abgesehen) seltener. Wir heben hervor Echiniden (*Conoclypeus conoideus*), *Ostrea gigantea*, *Serpula spirulea* und Fische. Nummuliten führende Schichten finden sich ziemlich verbreitet in den Südtiroler Alpen (Gardasee-Gebiet, Judicarien, Nonsberg), seltener am Rande der Nordalpen (Vorarlberg, Grünten, Neubeuern, Kressenberg). In den Nummulitenschichten der Südtiroler Alpen liegen weitverbreitet dunkle Basalttuffe.

Der sogenannte „Granitmarmor“ ist ein sehr fester, krystalliner, gefleckter, breccienartiger Nummulitenkalk mit vielen Versteinerungen, grossen Nummuliten, dann Bryozoën, Lithothamnien (kugelige Kalkalgen) etc. (Neubeuern).

Wie bereits oben hervorgehoben wurde, gehört sodann der obere Theil des Flysch im östlichen und wahrscheinlich der ganze Flysch im westlichen Theile unserer Alpen dem Alt-Tertiär an.

Desgleichen sind hierher zu rechnen die sogenannten Häringer-Schichten (mh), Braunkohlen führende Mergel, Nummulitenkalke und Sandsteine, welche neben einer reichen Flora*) viele thierische Versteinerungen führen. Die Häringer-Schichten sind Absätze in einer Bucht, welche in die bereits zur spätern Kreidezeit erhobenen östlichen Alpen hereingereichte. Verwandt mit ihnen sind die Schichten von Reit im Winkel [764], welche, reich an Korallen**), eine zweite derartige Bucht ausfüllen.

Eine ganz besondere Bedeutung gewinnt in den Nordalpen die über dem Flysch folgende Molasse-Formation (ml). Die Gesteine, deren Material von dem eben sich aufstauenden Alpengebirge stammt, setzen sich aus Mergeln, Sandsteinen und Conglomeraten zusammen; ihre organischen Einschlüsse beweisen einen wiederholten Wechsel von Meeres- und Brackwasser- (Süsswasser-) Bildungen. Die Formation beginnt mit marinen Sedimenten, untere Meeressmolasse (um), bestehend aus grauen Mergeln, Sandsteinen und Conglomeraten mit *Ostrea callifera*, *Cyprina*

*) Vgl. Ettinghausen C. v. Die Tertiärflora von Häring in Tirol, Abhandlungen der Geol. R. A. Bd. II. Wien 1853.

**) Vgl. Reis O. M. Die Korallen der Reiter-Schichten, Geogn. Jahreshfte 1889, 1891.

rotundata, *Cardium Heeri* etc. Sie reicht von der Schweiz bis ans Traunthal und legt sich nördlich gürtelförmig an die Flyschzone an.

In grosser Mächtigkeit folgt darüber die untere Süsswassermolasse (us) bestehend aus rothen Mergeln und grauen Sandsteinen (daher auch rothe und graue Molasse) ferner aus Conglomeraten (Molassenagelflub, Geschiebe mit Eindrücken enthaltend), Kalken und Mergeln. Es sind theils brackische, theils Süsswasserbildungen, reich an Versteinerungen, unter denen *Cerithium margaritaceum* und *Cyrena semistriata* (daher Cyrenen-Schichten) durch ihre grosse Individuenzahl hervorragen. Die Süsswasserbildungen enthalten reichlich Pflanzenabdrücke und mehrere grosse Pechkohlenflötze, die abgebaut werden (Miesbach, Hausham, Peissenberg, Penzberg).

In den Südalpen ist, wie erwähnt, die alttertiäre Nummulitenformation im Gebiete westlich von der Etsch an mehreren Stellen über der Scaglia entwickelt, so am Monte Brione (Gardasee), bei Stenico, am Lago Molveno und im Nonsberger Plateau. Hier sind es theils dickbankige, sehr feste, oft fast ausschliesslich aus Nummuliten bestehende, hellgefärbte Kalke, theils graue Mergelschiefer mit eingelagerten nummulitenreichen Kalkbänken. Auch im Vicentinischen Tertiärgebirge findet man Nummulitenschichten in Verbindung mit lagerförmigem Basalt und Tuffen.

Eine noch grössere Ausdehnung gewinnt die Tertiärformation östlich von der Etsch durch das Aufbrechen zahlreicher basaltischer Gesteine und deren Tuffe, die sich den marinen Sedimenten beimischen. Über den Scagliaschichten folgen hier ziegelrothe oder schwarze Tuffe, Tuffe von Spilecco (mt), reich an Einschlüssen von *Rhynchonella polymorpha*, Crinoidenresten und Haifischzähnen. Basaltdecken, Tuffe und Kalksteine, letztere mit vielen Conchylien des Grobkalkes (Ronea-Schichten (mr)) und die fischreichen Monte-Bolcaschiefer setzen die höheren Horizonte zusammen. Bedeckt werden sie von Kalkmergeln mit *Serpula spirulea* und Orbitoliten (Priabona-Schichten (mp)), als oberste Horizonte des Eocäns. Grösstentheils ausserhalb unseres Gebietes liegen die oligocänen Schichten von Crosara und Laverda (mc) (Korallenkalke und Tuffe), sowie die an

Korallen und Conchylien reichen Tuffe von Castel-Gomberto (mg) nordwestlich von Vicenza.

Das **Jungtertiär** (mj), [Neogen, (Miocän (m₃) und Pliocän (m₄))] oder die jüngere Molasseformation (ml) zeigt ebenfalls einen Wechsel von marinen und Süsswasserbildungen in Form von sandigen, mergeligen und conglomeratischen Gesteinen.

Die **obere (jüngere) Meeresmolasse** (om) besteht aus trümmerigen Sandsteinen mit Glaukonitkörnchen, Breccien und Conglomeraten, stellenweise mit reichlicher Petrefactenführung (Bryozoën, Balanen, Austern, Haifischzähne). Festere Sandsteine werden als Bausteine verwendet (Rorschach, Bregenzer Stadtbrüche). Diese Sandsteine enthalten zahlreiche Versteinerungen (daher Muschelsandstein) darunter bereits Formen, die sich auch in den heutigen Meeren finden. Im Wirtachtobel am Pfänder bei Bregenz stellt sich an der Grenze gegen die obere Süsswassermolasse ein Pechkohlenflötz ein.

Die **obere (jüngere) Süsswassermolasse** (os) baut sich aus Sandsteinen, Conglomeraten (Nagelfluh) und Kalksteinen auf, welche an manchen Punkten reich an organischen Einschlüssen sind (*Helix sylvana*, *Andrias Scheuchzeri*, Säugethiere und die Oeninger Flora gehören hierher). Die Nagelfluh-Bildungen erreichen stellenweise eine grosse Mächtigkeit (Rigi, Speer, Pfänder, schwarzer Grat, Staufen).

Die Molasseformation ist in der Schweiz, in den Vorarlberger und westlichen Algäuer Alpen noch sehr lebhaft in die Alpenfaltung mit einbezogen und baut daher beträchtliche Höhen (Rigi, Pfänder) auf; weiter gegen Norden und Osten zeigt sie eine weniger gestörte Lagerung und reicht nicht mehr in das Alpengebirge hinein.

In der südbairischen Hochebene liegt über der obern Süsswassermolasse allenthalben ein weicher, mergelreicher Sand, Flins, der im Verein mit den diluvialen Ablagerungen auf grosse Strecken die tertiäre Unterlage verhüllt. Nur tiefe Flusseinschnitte und Bergbaue gewähren einige Einblicke.

In den Südalpen sind es die mit Nulliporen, Seeigeln und Muscheln erfüllten miocänen Schio-Schichten (ms); meist grüne Sandsteine und Mergel, welche nicht bloss am

Rande unseres Gebietes (Gegend von Schio), sondern auch an einigen Punkten im Innern (Monte Brione, Val Sugana) in kleinen Resten anstehen [260, 427, 471, 506, 513].

Übersicht der Tertiärformation.

	Nordalpen	Südalpen
Pliocän (m ₄)	Flins	
Miocän (m ₃)	Obere Süßwassermolasse (os) Obere Meeresmolasse (om)	Schioschichten (ms)
Oligocän (m ₂)	Untere Süßwassermolasse (us) Untere Meeresmolasse (um)	Castel Gomberto-Schichten (mg) Crosara-Schicht. (mc)
Eocän (m ₁)	Häringer-Schichten (mh) Kressenberg-Schichten und Nummulitenkalk (mn)	Priabona-Schichten (mp) Ronca-Schichten (mr) u. Nummulitenkalk (mn) Tuffe v. Spilecco (mt)
	Flysch (f)	Flysch (f)

B. Quartärgesteine (q).

Man gliedert die hierher gehörigen Sedimente in die älteren diluvialen und die jüngeren alluvialen Ablagerungen.

Diluviale Bildungen (qd). Innerhalb des tirolischen Alpengebietes und des Vorlandes erweisen sich sämtliche dilu-

viale Bildungen als Producte der Eiszeiten (e). Zu ihnen gehören theils geschichtete, fluviatile Bildungen, theils ungeschichtete Moränen.

Die fluviatilen Ablagerungen sind in Form von geschichteten Geröll-, Sand- und Lehmsedimenten vorhanden. Da und dort sind ihnen auf- oder untergelagert geringmächtige Torflager; andere organische Einschlüsse sind äusserst selten. Sie breiten sich in grosser Erstreckung in den Alpenvorländern aus und folgen innerhalb des Gebirges im Grossen und Ganzen den heutigen Thallinien. Hier sind sie gewöhnlich nur in Resten erhalten, nachdem der grösste Theil der ursprünglichen Ablagerung in späterer Zeit durch die sich eintiefenden Flüsse wieder abgetragen wurde. Sehr häufig unterscheidet man mehrere ineinander geschachtelte Absätze und oft liegt die jüngere Bildung seitlich an die Böschung der ältern angelagert in einem tiefern Niveau als letztere. Diese sind öfter zu Conglomeraten verfestigt und mit Verwitterungsproducten oder vegetabilischen Resten überzogen und hiedurch von den an- oder aufgelagerten jüngeren Absätzen scharf getrennt.

In dem nordalpinen Vorlande unterscheidet man dreierlei durch Moränen getrennte über einander folgende Schottersysteme. Die ältesten, meist conglomerierten Schotter sind über den grössten Theil des Vorlandes ausgebreitet und heissen daher Deckenschotter (diluviale Nagelfluh). Über denselben und in den in sie eingerissenen Thalfurchen liegen die Hochterrassenschotter, während die sogenannten Niederterrassenschotter in den Thalfurchen liegen, welche in die Hochterrassenschotter eingerissen wurden. Wesentlich dieselben Schotter kann man im süd-alpinen Vorlande unterscheiden; doch sind diese weniger genau bekannt.

Die drei Systeme kann man kaum mit Sicherheit in die Alpenthäler hinein verfolgen. Hier trifft man zumeist nur zwei mit der Vergletscherung in Beziehung stehende Schottersysteme, ein älteres, meist conglomeriertes Schottersystem, das gewöhnlich nur mehr in kleineren Resten erhalten ist, und ein jüngeres, aus losen Schotter, Sanden und Lehm bestehendes, von Moränen unmittelbar bedecktes Flusschottersystem. Es ist meist sehr mächtig (100—200 m)

gewöhnlich nur local in manchen Thalstrecken angehäuft und erweist sich in der Regel als Staugebilde durch Gletscherzungen, welche ein Thal absperren.

Theils unter, theils über diesen fluviatilen Sedimenten findet man ungeschichtete Moränenablagerungen. Es sind dies entweder aus mehr oder weniger eckigen Blöcken bestehende Schuttanhäufungen, ehemalige Oberflächenmoränen der diluvialen Gletscher, oder — innerhalb der Alpen weit häufiger — Blocklehm Massen, d. h. sandig-lehmige Ablagerungen, in welchen kantengerundete, in der Regel polierte und mit zahlreichen Ritzen versehene Geschiebe eingestreut liegen. Es sind dies die Grundmoränen der diluvialen Gletscher.

Die fluvioglacialen Sedimente, die geschichteten Sande und Schotter der vergletscherten Gebiete, stehen mit den Endmoränen in einem ganz charakteristischen Verbande. Am Rande der Gletscherzunge beginnt sofort die Wirkung des fließenden Wassers und es schliessen sich daher die geschichteten Ablagerungen unmittelbar an die ungeschichtete Endmoräne an. Da nun die Gletscherzunge dauernd nicht stabil bleibt, sondern vorschreitet oder abschmilzt, so muss an solchen Grenzgebieten eine ganz eigenartige Wechsellagerung zwischen geschichteten und ungeschichteten Gletscherabsätzen entstehen. Vgl. Abb. 6.

Innerhalb der Alpen finden wir aus der Zeit der alten Vergletscherungen vorherrschend Grundmoränen. Diese liegen entweder auf Felsuntergrund oder auf fluviatilen Bildungen, da und dort aber erscheinen auch unter den geschichteten Sedimenten Moränen als Beweise wiederholter Vergletscherungen und grösserer Gletscherschwankungen in dem betreffenden Gebiete.

An mehreren Stellen sind den geschilderten, allgemein verbreiteten Ablagerungen local beschränkte interglaciale, d. h. in eisfreien, zwischen Gletscherperioden liegenden Zeiten abgesetzte Bildungen in Form von Schuttkegeln (Höttinger-Breccie) und Torfkohlen (bei Sonthofen, in der Schweiz) eingelagert. Sie beweisen ein auffallend mildes Klima in diesen Zwischenperioden.

Über einen Theil der diluvialen Ablagerungen breitet sich in dem Alpenvorlande deckenartig ein meist gelb gefärbter Lehm aus. Dieses als „Löss“ bezeichnete Gebilde wird allgemein als ein durch Winde umgelagertes Verwitterungsproduct aufgefasst.

Alluviale Sedimente (qa). Die postglacialen, alluvialen Sedimente, die so zu sagen vor unsern Augen entstehen, sind theils Absätze des fließenden Wassers, theils durch die Verwitterung geschaffene Ablagerungen. In den heute noch vergletscherten Theilen unserer Alpen gehören hierher auch die glacialen Bach-Alluvionen und die Moränen. Die geschichteten, aus Geröllen, Sand und Lehm bestehenden Absätze der Flüsse und Bäche breiten sich in den Inundationsgebieten derselben aus, erscheinen als vielfach terrassierte Bildungen zu beiden Seiten des Flusslaufes und bauen sich als Deltaschuttkegel aus Seitenthälern heraus oder in Seen hinein. Ähnliche, doch viel steilere Deltaschuttmassen entstehen durch die Verwitterung allenthalben an den Gehängen. In den postglacialen Ablagerungen findet man innerhalb unseres Gebietes die Reste einer Fauna und Flora, die von der heutigen nicht wesentlich verschieden ist. In denselben Ablagerungen erscheinen auch die ältesten Spuren menschlicher Besiedelung unserer Alpenthäler in Form von menschlichen Knochen, Arbeitsspuren zeigenden thierischen Knochen, Steinwerkzeugen, Thonscherben und Holzkohlen.

Eine Gliederung der glacialen Ablagerungen im Alpengebiete und dem Vorlande, sowie eine zeitliche Vergleichung derselben mit den diluvialen ausseralpinen Bildungen ist derzeit noch kaum durchführbar.

Krystalline Massengesteine.

In den Schichtgesteinen treten Massengesteine (Eruptivgesteine) auf, d. h. solche Gesteine, die in glutflüssigem Zustande aus dem Erdinnern in Spalten und Lücken der Schichtgesteine getrieben wurden, oder, wenn sie bis an die Erdoberfläche gelangt sind, sich deckenförmig, nach Art

der heutigen Laven, ausgebreitet haben. Ihr Alter, d. h. die Zeit ihrer Eruption, ist mitunter leicht, mitunter aber auch schwierig oder gar nicht zu bestimmen. Anhaltspunkte hiefür gewähren die mit dem Eruptivgesteine verknüpften Schichtgesteine, die Einschlüsse von letzteren in dem ersten und die Contactwirkungen der Eruptivgesteine an den von ihnen durchbrochenen Schichtgesteinen.

Im Folgenden charakterisieren wir kurz die wichtigsten tirolischen Eruptivgesteine.

Granit (γ). Ein körniges Gemenge von Feldspath (Orthoklas), Quarz und Glimmer, letzterer als heller Muscovit oder dunkler Biotit (einglimmerige Granite) entwickelt. Auch zweiglimmerige Granite kommen vor. Zuweilen tritt an Stelle des Glimmers Hornblende (Hornblendegranit). Grosskörnige Granite heissen Pegmatit. Solche finden sich nicht selten lagerförmig in den Gneissen z. B. im nordöstlichen Theile der Ortlergruppe, in den Tauern u. dgl.

Bei genauerer Untersuchung hat sich ergeben, dass viele, kurzweg als „Granit“ bezeichnete Vorkommnisse (Tauern, Brixen, Meran, Ulten) wegen ihres Gehaltes an vorherrschendem Plagioklas zu den Quarzdioriten zu stellen sind (vgl. Tonalit). Der Brixener-Granit wurde auch unter dem Namen „Granitit“ beschrieben. Der rothe, turmalinführende Granit von Predazzo besteht aus vorwaltendem blasse-rothem Orthoklas neben spärlichem weissen oder grünlichem Plagioklas, grauem Quarz, schwarzem, büscheligem Turmalin und Biotit. In Drusenräumen findet sich da und dort Calcit, Lievrit und Scheelit, sodann an mehreren Punkten Kupferkies, der am Westabhang des Mulat sogar abgebaut wurde [281]. Dieser Granit enthält merkwürdiger Weise Glaseinschlüsse [537], die jedoch eine secundäre Bildung seien [660]. — Verschiedenartige Granite finden sich in den Gneissen der Centralzone, Ötzthalerstock, Ortleralpen etc. Vgl. auch Tonalit S. 64 und Centralgranit S. 3.

Quarzporphyr (π). In einer dem freien Auge dicht erscheinenden Grundmasse sind grössere Krystalle von Orthoklas und Quarz, zuweilen auch von Glimmer ausgeschieden. Die Farbe des Gesteins ist verschieden, grau, durch Verwitterung braun und roth werdend; weitere Zersetzung

bleicht das Gestein häufig wieder aus. Mitunter ist die Grundmasse herrschend und pechglänzend (Pechsteinsporphyr [441]). Abänderungen in Farbe, Zusammensetzung und Verwitterungsgraden sind reichlich vorhanden; häufig findet man grünen Pinitoid eingeschlossen [352, 918]. Die Absonderungen sind theils platten- und säulenförmig, theils unregelmässig. Der Quarzporphyr erscheint gewöhnlich in mächtigen Bänken (Lavaströmen) nach Art eines Schichtgesteins.

Mit dem massigen Porphyr verbunden kommen reichlich mehr oder weniger geschichtete Tuffe (τ) vor. Sie bestehen aus Porphyrzerreißel, eckigen und gerundeten Porphyrbrocken, die durch ein mürbes, zerreibliches Porphyrmaterial verbunden werden. Diese Gebilde, oft ganz allmählich in krystallinen Porphyr überführend, sind gewöhnlich zwischen Porphyr-Ergüssen eingeschaltet, unterteufen dieselben oder überlagern sie. In beiden Fällen zeigen sie oft eine deutliche Bankung und Schichtung. Erosionsflächen auf solchen Tuffmassen zeigen stumpfe, gerundete Formen gegenüber den eckigen, scharfkantigen Flächen auf massigem Porphyr. Im Kunterswege wurden diese Erosionsformen mit über einander geschichteten Wollsäcken verglichen. Die Tuffe im Hangenden des Porphyrs gehen nicht selten ganz allmählich in den aufgelagerten Grödener-Sandstein über [133, 157, 231, 918].

Tirol besitzt in der Umgebung von Bozen—Meran (Eggenthal, Dolomitalpen) das grösste Porphyrgebiet von Europa (mehr als 20 Quadratmeilen gross). Der Porphyr liegt theils unmittelbar über den krystallinen Schiefern, theils durch Conglomerate davon getrennt. Die Mächtigkeit der aus Porphyr und Tuffen bestehenden Platte ist verschieden, ebenso die petrographische Entwicklung. Letztere weist darauf hin, dass der ganze Complex aus mehreren deckenartig ausgebreiteten Lavaströmen verbunden mit geschwemmtem Porphyrmaterial und Phyllitdetritus bestehe. Der Ort des Durchbruches dieser Lavaergüsse ist nicht bekannt. Im Ganzen verhält sich die Porphyrplatte, wie ein Schichtgestein, das an allen Störungen, die in späterer Zeit die Ablagerungen betroffen haben, passiv theilgenommen hat.

Orthoklasporphyr (σ) hat man ein bei Predazzo und am Monzoni gangförmig auftretendes Gestein genannt. In einer dichten oder körnigen, meist fleischrothen Grundmasse liegen grosse Krystalle von Orthoklas, ferner sind Hornblende, Liebenerit (daher auch „Liebeneritporphyr“) und Magnetit zu unterscheiden.

Monzonit ($\mu\sigma$), ein granitisch körniges, an Syenit und Diorit erinnerndes Gestein. Es besteht aus meist grossen, grünlich grauen oder fleischrothen Orthoklaskrystallen, kleineren bläulich oder grünlich gefärbten Plagioklaslamellen, Biotit, Augit, Uralit, Diallag, Hornblende und Quarz; beigemischt sind Magneteisen, Eisenkies, Titanit, Apatit, Epidot, Limonit. Dölter [409] unterscheidet das vorwiegend Hornblende führende Gestein als „Hornblende-Monzonit“ von dem augitreichen, dem der Name „Augit-Monzonit“ gegeben wird.

Diorit (δ), ein körniges Plagioklas-Hornblende-Gestein, zuweilen mit Glimmer und Quarz (Quarzglimmerdiorit). Die Diorite durchbrechen lager- und gangförmig (auch als Stöcke) die krystallinen Schiefer und jüngere Gesteine. In porphyrischer Entwicklung kommt dieselbe Mineralverbindung sehr häufig in der südlichen Phyllitzone gangförmig vor (s. Porphyrite). Der Diorit von Klausen enthält zum grösseren Theile rhombische Hornblende-Mineralien und soll daher richtiger „Norit“ heissen.

Tonalit (γ') (auch Adamellogranit genannt) ist ein an Granit erinnerndes dioritisches Gestein, das wesentlich aus Plagioklas, Hornblende, zuweilen auch aus Quarz und braunem Glimmer zusammengesetzt ist. Er ist das Hauptgestein der Adamello-Presanella-Alpen. Aber auch die „Granite“ von Ulten, Meran, Franzensfeste, sowie die Kernmassen in den Tauern („Centralgneiss“, „Centralgranit“ zum grösseren Theile, s. S. 3), sind der Hauptmasse nach Tonalite. [204, 292, 455, 502, 530, 762, 777, 823, 828, 855, 954, 966, 967].

Diabas (δ'). Ein körniges Gemenge von wesentlich Plagioklas, Augit, (Glimmer und Quarz). Porphyrische Abänderungen werden Diabasporphyrite, dichte Apha-

nite genannt. Das Gestein tritt gang- oder stockförmig auf (Steinacher Joch [742]).

Andere diabasähnliche Gesteine finden sich an verschiedenen Stellen unserer Alpen. So der „Algovit“, ein sehr zersetztes, dunkles bis rothbraunes Eruptivgestein in den Algäuer Alpen (im Wildbach, im Bachtel- und Rothplattentobel bei Hindelang, an der Gaisalp und in der Ebene bei Oberstdorf stock- und lagerförmig im Flysch [153, 167]. G ü m b e l nennt das Gestein „Alpenmelaphyr“.

Hierher gehört auch der Proterobas bei Leogang und Fieberbrunn [616, 716, 718]; desgleichen die diabasähnlichen Gesteine im Zwölferspitzegebiet an der schweizerischen Grenze [474, 528]. Auch in Südtirol (Monte Avio bei Bovegno, im Val Trompia, Monte Enna oberhalb Calezeggi im Tretto) kommen gang- und stockförmig diabasähnliche Gesteine vor [455].

Porphyrite (π'). In einer dichten Grundmasse liegen grössere Ausscheidungen von Feldspath (vorherrschend Plagioklas) und Hornblende oder Augit. Nicht selten gangförmig in den krystallinen Schiefen am Südabhange der Centralzone, besonders im Pusterthale. Wegen ihrer Eigenart und ihrer Beziehungen zum Diorit von Klausen werden die meisten dieser Gesteine wohl auch „Klausenite“ genannt [982, 983]. Vintlit heisst ein hierhergehöriges Gestein, das bei Terenten (nächst Unter-Vintl im Pusterthal) im Brixener-Granit auftritt, Töllit ein ähnliches im Gneiss bei Meran vorkommendes Gestein. Auch im Ifinger-Granit, dann im Tonalit des Adamello (am Corno alto), im Gneiss und Glimmerschiefer der Umgebung desselben (Piano della Regina) und in der Trias dortselbst kommen gangförmig Porphyrite vor [302, 400, 684, 685, 777, 982, 983].

Paläoandesite (π'), porphyritische Gesteine von theils trachytischem, theils grünsteinartigem Aussehen, welche weit verbreitet im Martell- und Ortlergebiete, lager- oder lagergangförmig in den Quarzphylliten gefunden wurden [450, 474, 528, 529]. Es sind mannigfaltig zusammengesetzte Gesteine mit hell- oder dunkelgrüngrauer Grundmasse und grösseren Ausscheidungen von Hornblende und Plagioklas.

Die kieselsäureärmeren meist dunkleren Abänderungen nannte man auch „Ortlerit“, die helleren, kieselsäurereicheren „Suldenit“; diese enthalten auch grössere Hornblende-Ausscheidungen. Ersteres Gestein ist älter als letzteres, beide gehören der Ära der Quarzphyllite an.

Augitporphyr (α). Ein massiges, grünlich schwarzes Gestein, porphyrisch durch viele eingeschlossene Augitkrystalle. Der Augit erscheint in grünschwarzen bis bouteillengrünen Krystallen von muscheligen Brüche und Glasglanz. Die dichte, schwarze bis grünlich-graue Grundmasse besteht aus Plagioklas, Augit, Magnetit, wenig Olivin, theils frisch in weingelben Körnern, theils zu einer rothbraunen Masse, theils in Chlorophäit umgewandelt; ferner enthält sie Calcit, Apatit, Eisenkies u. a. Neben den porphyrischen giebt es auch dichte und körnige Abänderungen. Säulenförmige Absonderungen findet man auf der Seiser Alpe, kugelförmige zwischen Caprile und Colle di Sta. Lucia.

Der massige Augitporphyr wird auch unter dem Namen „Melaphyr“ aufgeführt [409].

Durch Umwandlung von Gemengtheilen entstehen zahlreiche Abänderungen, von denen nur einige hervorgehoben werden sollen.

Uralitporphyr. Die Grundmasse ist dichter und heller gefärbt, die Augite sind in faserigen Uralit umgewandelt.

Mandelsteine. Das Gestein ist durchsetzt von zahlreichen rundlichen oder verschieden gestalteten Hohlräumen, in denen eine reiche Auswahl von Mineralien, vorwiegend Zeolithe, dann Calcit, die verschiedenen Quarzvarietäten, Grünerde u. dgl. sich abgesetzt haben.

Ausserdem erscheint der Augitporphyr mitunter in ein Gemenge von Grünerde und Calcit umgewandelt oder es entsteht durch Veränderung des Plagioklases in Epidot ein fast reines Epidotgestein.

Augitporphyr kommt in grosser Erstreckung innerhalb der Triassedimente in Südosttirol vor, meist verbunden mit Tuffen (τ), welche aus feinem bis grobem zerriebenen und zusammengeschlemmten Augitporphyrmaterial bestehen, ver-

mischt zuweilen mit fremden Stoffen, besonders mit Kalk. Sie unterscheiden sich entweder nur wenig von dem massigen, besonders von dem mandelsteinartigen und stark zersetzten Augitporphyr (primäre Tuffe Tschermaks) oder kennzeichnen sich durch reichliche Beimengungen fremden Materials und deutliche Schichtung als echte Sedimentgesteine (Sedimentärtuffe Richthofens).

Melaphyr (μ), dunkles dichtes oder porphyrisches Gestein, das wesentlich aus Feldspath (Plagioklas), Augit und Olivin besteht; daneben ist reichlich Magnetit vorhanden. Meist roth verwitternd, gang- und stockförmig auftretend. Mitunter werden damit kleinkörnige bis dichte Diorite, Diabase und Porphyrite verwechselt.

Auch die in der Gegend von Predazzo und am Monzoni vorkommenden dunklen, dichten oder porphyrischen Gesteine, wesentlich aus Plagioklas, Augit, Hornblende, Olivin, Magnetit, Eisenkies, Apatit, Epidot, Turmalin etc. bestehend, werden unter dem Namen Melaphyr zusammengefasst. Vgl. übrigens [917, 1016].

Gabbro ($\gamma\alpha$). Ein körniges Gemenge von Plagioklas mit Diallag oder Smaragdit (Enstatit, Bronzit etc.). Das Gestein kommt in den epikrystallinen Schiefen zweifelhaften Alters am Nordostrande unserer Centralzone (Wildschönau), sowie in den südwestlichen Centralalpen vor. In der Wildschönau erscheint das Gestein häufig in chlorit- und chrysotilführende Gesteine umgewandelt und geht so allmählich in Cbloritschiefer und Serpentin über [479, 495, 652, 653].

Basalt (β). Ein meist schwarz gefärbtes, kleinkörniges, porphyrisches oder dichtes Gestein, dessen wesentliche, mit freiem Auge übrigens nur schwer erkennbare Gemengtheile Plagioklas, Augit und Olivin sind. Nicht selten gang- und deckenförmig in der Tertiärformation der Südalpen, meist verbunden mit dunkeln, zerbröckelnden Tuffen.

Pyroxenit. Mit diesem Namen fasst Brögger [917] alle jene monzonitähnlichen Gesteine zusammen, die früher unter verschiedenen Namen (Hypersthenit, Gabbro, Diabas,

Augitfels etc.) aufgeführt wurden und mit dem Monzonit verbunden sind, als dessen „Grenzfacies“ sie von ihm aufgefasst werden. Es sind meist körnige Gemenge von Plagioklas, Glimmer, Augit (Uralit), Diallag, Olivin, Spinell, Magnetit u. s. w.

Monzonit, Pyroxenite, Turmalingranit, Melaphyr- und Augitporphyr kommen in Südosttirol und besonders reichlich im Fassathale verbunden mit der Trias vor. Ihre eigenthümlichen petrographischen und geotektonischen Verhältnisse haben eine grosse Zahl von Forschern beschäftigt [157, 206, 209, 281, 387, 448, 515, 523, 777, 917, 1016].

Serpentin (σ). Ein gewöhnlich dunkelgrünes, geflecktes und geflammtes Gestein von massigem Aussehen und geringer Härte. Es ist ein Gemenge verschiedener in Zersetzung begriffener, magnesiahaltiger Silicatmineralien; das Zersetzungsproduct ist das faserige oder blätterige Serpentinmineral. Häufig sind grössere Ausscheidungen von gestreiften blätterigen Krystallen (Bastit) und Erzausscheidungen. Da das ursprüngliche Gestein, aus dessen Zersetzung der Serpentin hervorgegangen ist, in der Regel ein eruptives Massengestein war, so erklärt sich das gewöhnlich lager- oder stockförmige Auftreten des Serpentin, in welcher Form er in den Centralalpen sehr häufig erscheint. Serpentin kommt in Verbindung mit krystallinen und halbkrySTALLINEN Schiefen sehr häufig in den Centralalpen (Silvretta, Schieferhülle der Tauern etc.) vor. Auch manche Talk- und Chloritschiefer werden zuweilen als Serpentin bezeichnet.

Tafel der Formationen.

Kainozoicum (K)	Quartär (q)	{ Alluvium (qa)
		{ Diluvium (qd)
	Tertiär (m)	{ Pliocän (m ₄)
		{ Miocän (m ₃)
{ Oligocän (m ₂)		
{ Eocän (m ₁)		
		Flysch
Mesozoicum (M)	Kreide (c)	{ Obere Kreide (c ₂)
		{ Untere Kreide (c ₁)
	Jura (i)	{ Malm (Tithon) (i ₃)
		{ Dogger (i ₂)
		{ Lias (i ₁)
	Trias (t)	{ Keuper (t ₃ -t ₅)
{ Muschelkalk (t ₂)		
{ Buntsandstein (t ₁)		
Palaeozoicum (P)	Dyas (Perm) (d)	
	Carbon (h)	
	Alt-Palaeozoicum (Grauwacke) (g)	
Archaicum (A)	Krystalline Schiefer (a)	

Übersicht des geologischen Baues.

Das tirolisch-vorarlbergische Gebiet bedeckt den mittleren Theil des Alpengebirges. Seine Westgrenze fällt mit einer wichtigen geologisch-geographischen Scheidelinie, mit der Grenze zwischen Ost- und Westalpen, zusammen. Hierdurch erscheint besonders der westliche Theil äusserst compliciert gebaut. Weiter gegen Osten ist die bekannte Dreigliederung des Gebirges in eine mittlere (Centralzone) und zwei seitliche Gebirgszüge (nördliche und südliche Kalkzone) mit den beiden vorgelagerten flachen Alpenvorländern deutlich ausgesprochen.

Gesteine. In der Centralzone finden wir die ältesten Sedimente, krystalline Schiefer der archaischen Zeit, paläozoische Schichten und Reste einer aus der mesozoischen Zeit stammenden Sedimentdecke am stärksten emporgefaltet. An der nördlichen Kalkzone betheiligen sich nur Absätze der mesozoischen und jüngerer Perioden. Auch bezüglich der Hauptmasse der südlichen Kalkzone gilt dies; doch ruhen diese auf einer ausgedehnten Unterlage permischer Gesteine (Quarzporphyr und Grödener Sandstein), die am Rande der mesozoischen Gesteinslagen zum Vorschein kommen. An einigen Stellen tauchen inselförmig auch noch die krystallinen Schiefer der archaischen Zeit auf. Die beiden Alpenvorländer bedecken oberflächlich fast ausschliesslich nur Absätze der Quartärzeit.

Die Durchbruchsgesteine fehlen der nördlichen Kalkzone fast gänzlich. Sie sind auf die Central- und die südliche Kalkzone beschränkt und nehmen auch hier, wenn wir vom Quarzporphyr absehen, der in den südlichen Kalkalpen ganz die Lagerung eines Sedimentgesteines hat, nur einen verhältnismässig geringen Raum ein. Am ausgedehntesten sind die Granite der Centralzone und der krystallinischen Insel der Cima d'Asta; weniger die triadischen Eruptivmassen des Dolomitgebietes und die tertiären Ergussgesteine am Südrande des Alpengebirges.

Bau. Um den oben erwähnten Unterschied im Baue der westlichen und östlichen Gebiete des Landes besser verstehen zu können, müssen wir zunächst einige mit der Bildungsgeschichte des Alpengebirges zusammenhängende Verhältnisse skizzieren.

Das Alpengebirge stellt einen lebhaft gefalteten Theil der Erdkruste dar. Die Hauptfaltung fiel wohl in die spätere Tertiärzeit, allein diese Faltung betraf nicht bloss ungestörte, bis dahin unter dem Meeresspiegel ruhende Ablagerungen, sondern ergriff auch bereits früher emporgehobene und gefaltete Gebiete. So bestanden sicher schon in der jüngern Carbonzeit im Gebiete der heutigen Ötztaler- und Silvretta-Alpen und den südöstlichen Gebieten Landbildungen. In der jüngeren Kreidezeit erhob sich sodann ein Theil der Ostalpen zu einem inselförmigen Lande, während das Gebiet der Westalpen vom Ende der Trias- bis in die jüngere Tertiärzeit grösstentheils vom Meere bedeckt war. Es ist nun begreiflich, dass die jungtertiäre Faltung sich verschiedenen äussern musste, je nach dem sie bereits verfestigte Landmassen, wie in den Ostalpen, oder weiche Sedimente auf dem Meeresgrunde, wie in den Westalpen, ergriff. In dem heute vorliegenden geologischen und geographischen Bau der Alpen kommt dies unter anderem auch in der Weise zum Ausdrucke, dass wir deutlich einen östlichen Bogen von einem westlichen unterscheiden können. In beiden geht das Streichen der Schichten und somit der Gebirgsketten von einer nördlichen allmählich in eine nordöstliche und östliche Richtung über. Dort aber, wo der westliche (schweizerische) Bogen mit dem östlichen (öster-

reichischen) zusammentrifft, kommt es zu einer Interferenz und es entstehen höchst complicierte, durchaus noch nicht hinreichend klar gelegte Verhältnisse des Baues. Unter anderem zeigt es sich, dass*) hier ausgedehnte Schollen, die für sich gefaltet und zertrümmert sind, über jüngere, ebenfalls für sich gefaltete Sedimente meilenweit als Ganzes aufgeschoben wurden. Dieses äusserst compliciert gebaute Grenzgebiet zwischen den West- und Ostalpen liegt nahe der westlichen Grenze unseres Landes längs einer vom Bodensee zum Lago di Como sich erstreckenden Zone.

Am meisten ist hiedurch der regelmässige Bau der Centralalpen gestört. Diese Störungen liegen zwar der Hauptmasse nach auf schweizerischem Gebiet, senden aber ihre Ausläufer auch zu uns herüber. Am Nordrande unserer Alpen greift der schweizerische Bogen weit in unser Gebiet über; die Kreide- und Tertiärgebirge Vorarlbergs und des Algäu gehören geologisch zu ihm.

Einen Überblick über den Bau unseres Alpenantheiles und das Verhältnis der drei Zonen mag die Kartenskizze Abb. 1 geben. In derselben gehören I und II geographisch zu den nördlichen Kalkalpen, IV und V zu den südlichen, während die vorwiegend aus krystallinen Schiefergesteinen bestehende mittlere Zone III den Centralalpen entspricht.

Von hervorragender Bedeutung für die Tektonik des Gebirges sind einige grosse Bruch- und Überschiebungslinien, von denen ausgehend wir leichter einen Einblick in den complicierten Bau gewinnen können. (Vgl. auch die Kartenskizze 63).

Vor allem springt in die Augen die grosse sogenannte Judicarienlinie, welche fast geradlinig vom Idrosee bis Meran (100 km) verläuft. Längs dieser Kluft ist das östliche Gebiet abgesunken. Bei Meran biegt die Bruchlinie gegen Nordost und Ost um. Auf der Strecke Meran—Pusterthal geht die Bruchlinie allmählich in eine nach Süden überschobene Falte über, als welche sie längs des Pusterthales bis Abfältersbach entwickelt ist. Hier gehen aus ihr zwei Brüche hervor; der nördliche Zweig, dem die Drau folgt, heisst der Draubruch. Der südliche, im Gailthale

*) Vgl. Rothpletz, Alpenforschungen I. 1900.

verlaufende, der Gailbruch. Zwischen beiden ist ein dreieckiges Stück, die Lienzer Kalkscholle, (IV) in die Tiefe gesunken. Dieselbe bildet mit dem südlich vom Gailbruche auftauchenden paläozoischen Gebirge ein für sich geschlossenes Gebiet, in dem besonders die Übereinstimmung der Trias mit jener der nördlichen Kalkzone auffällt.

Nordwestlich und nördlich vom Judicarien-Draubruche folgt zunächst eine hoch aufgefaltete Zone, die „Centralalpen“ (III), in der die ältesten Schichten unseres Gebirges, die krystallinen Schiefer, zutage treten. In zwei eingesunkenen Gebieten aber, in der an der Westgrenze des Landes liegenden „Ortlerbucht“ (1), und in der „Brennerbucht“ (2), liegen jüngere (mesozoische) Sedimente. Ursprünglich war wohl dieses ganze Gebiet bedeckt von jüngeren Ablagerungen; infolge der hohen Aufaltung sind sie aber bis auf die genannten Gebiete und mehrere, in tiefen Falten erhaltene Reste — ein bedeutenderer, die Sedimente der Radstätter Tauern (3), liegt schon ausserhalb unseres Landes — vollständig abgetragen,

Gegen Norden schliesst sich an dieses hochaufgestaute Faltungsgebiet eine zweite Faltungszone, die „nördlichen Kalkalpen“ (II), an; in ihr herrschen jüngere (meso- und kainozoische) Gesteine. Sie bestehen aus mehreren, langgestreckten, W—O streichenden Schollen, die für sich in ebenso verlaufende, häufig nach Norden umgelegte Falten zusammengeschoben sind. Gegen das nördlich folgende Flyschgebiet (I) und das Alpenvorland wird dieser Zug durch eine langgestreckte Bruchlinie abgeschnitten. Die Flyschschichten sind meist steil aufgerichtet; im Vorlande selbst ist an der Oberfläche, wo glaciale Schotter, Moränen und alluviale Gebilde allenthalben verbreitet sind, wenig von Schichtenstörungen zu beobachten, doch beweisen die Aufschlüsse in den oberbayerischen Kohlenbergwerken, dass Faltungen und sogar Überschiebungen noch viel weiter nördlich vorkommen, als das heutige Relief erwarten lässt. Diese im östlichen Theile des von uns zu betrachtenden nördlichen Alpenvorlandes verborgenen Faltungen treten weiter im Westen, in der Bodenseegegend, mehr und mehr an die Oberfläche und bedingen dort die hügelige Voralpenzone.

Besonders compliciert gestalten sich die Verhältnisse im westlichen Theile der nördlichen Kalkalpen, wo die Grenze zwischen dem Kalkgebirge und dem Flysch nach Südwesten und schliesslich nach Süden umbiegt. Nach der bisherigen Auffassung galt diese Grenze als mehr oder weniger senkrecht in die Tiefe setzende Bruchspalte. Nunmehr*) erscheint sie als das Ausgehende einer gewaltigen Überschiebungsfläche („rhätische Überschiebung“). Das „basale Gebirge“ unter ihr besteht aus Flysch, Lias und oberjurassischen (tithonischen) Gesteinen; der ganze Complex ist in Falten gelegt, die vorherrschend nach Südwesten streichen. Das aufgeschobene, wie ein Schild darüber liegende Gebirge besteht vorherrschend aus für sich gefalteten Triassedimenten und tithonischen Kalken (im Rhätikon), weiter südlich sogar aus den krystallinen Schiefen des Silvrettastockes.

Das Land südlich vom Judicarien-Draubruche zeigt wesentliche Unterschiede von jenem nördlich desselben. Wir finden, etwa mit Ausnahme des westlichen Theiles, nur sanfte Faltung, dafür aber reichliche Spaltenbildung und damit verbundene Auflösung des Gebietes in eine Anzahl grösserer Schollen.

Sofort in die Augen springt der Valsugana-Bruch. Er zieht vom Caldonazzo-See nach Pieve di Cadore an die Piave und von hier in grosser Zersplitterung nach Osten. Nördlich von ihm liegt ein erhöhtes Tafelland, das längs des Pusterthales mit dem Faltengebirge der Mittelzone zusammenhängt. Dieses Gebiet heisst das südtirolische Hochland (H).

Südlich von der Valsugana-Linie ist das Land, wir nennen es die Venetianer Scholle (V), in die Tiefe gesunken. Die Schichten sind meist nur sanft gefaltet; die Falten streichen nach Osten. Mehrere Bruchlinien durchziehen das Gebiet; darunter fällt besonders die sogenannte Belluneser-Linie, die sich von der Valsugana-Linie abzweigt und gegen Belluno zieht, auf. Auch an dieser Bruchlinie ist das südliche Land abgesunken, so dass wir

*) Roth pletz, Alpenforschungen I. 1900.

vom südtirolischen Hochlande stufenförmig zum Alpenvorlande absteigen.

Westlich von der Venetianer-Scholle und dem südtirolischen Hochlande liegt ein dreieckiges Gebiet, das sogenannte Etschbuchtgebirge (E). Im Grossen und Ganzen ist es eine an der Judicarienlinie abgesunkene in Falten zusammengeschobene und von Spalten durchsetzte Scholle. Die Faltenzüge laufen der grossen Bruchlinie parallel, treten aber im Süden fächerförmig auseinander. Am Südeude der Judicarien-Linie biegen die Falten nach Westen um und gehen in die westöstlich verlaufenden flachen, meist sanftgeneigten Faltenzüge der Lombardischen Alpen (L) über.

Im Osten wird das Etschbuchtgebirge von Bruchlinien gegen das südalpine Vorland und die Venetianer-Scholle begrenzt. Die bedeutendste derselben ist die Linie von Schio, an welcher die Ostflanke in die Tiefe gesunken ist, so dass hier die venetianische Ebene fast im rechten Winkel ins Gebirge vorgreift. Eine grössere Zahl anderer, fast meridional verlaufender Brüche schneidet unter spitzem Winkel die gegen Osten geneigten Faltenzüge durch. Mit dem südtirolischen Hochlande hängt die Etschbucht durch eine knieförmige Falte (Flexur) zusammen.

Gegen das südliche Alpenvorland senken sich die Alpenfalten theils allmählich ab, theils ist das Gebirge nach dieser Seite durch Bruchlinien begrenzt. Im Grossen und Ganzen zeigt das südliche Alpenvorland, das übrigens vollständig ausserhalb unserer Landesgrenzen liegt, wesentlich denselben Bau wie das nördliche. Die tertiäre Unterlage ist viel spärlicher erschlossen; die jüngere Moränenlandschaft folgt dem Alpenrande und den Mündungen grösserer Thäler in ähnlicher Weise, wie im Norden. Jenseits derselben breitet sich, wie dort, eine mächtige Lage geschichteter, theilweise conglomerierter Glacialschotter aus, über denen ältere Moränen und dann, den heutigen Flussläufen folgend, alluviale Gebilde liegen [103, 111, 113, 163, 164aN, 194, 488, 862, 929, 932, 1025].

Durch diese orientierende Übersicht sind wir hinreichend vorbereitet, um den geologischen Aufbau mehr im Einzelnen

verstehen zu können. Wir treten von Norden her in die Alpen ein. Zunächst lernen wir die nördlich vorgelagerte Hochfläche kennen, sodann den nördlichen Kalkalpenzug übersichtlich und aufgelöst in einzelne Gruppen. Von dort betreten wir das centralalpine Gebiet der krystallinen Schiefer, verschaffen uns ein übersichtliches Bild desselben und durchwandern darauf die Gruppen. In ähnlicher Weise entwickelt sich vor uns der Aufbau der südlichen Kalkzone, während wir dem südlichen Alpenvorlande jenseits unserer Grenzen nur einen flüchtigen Blick widmen können.

Nördliches Alpenvorland.

Das den Alpen im Norden bis zur Donau vorgelagerte Gebiet stellt eine hügelige Hochfläche dar, welche sich theils allmählich aus den Alpen entwickelt, theils unvermittelt an sie anstösst. Am Aufbaue betheiligen sich jungtertiäre Ablagerungen, die jedoch nur in tiefen Thaleinrissen und am Alpenrande zum Vorschein kommen; sonst sind sie überall von den diluvialen und alluvialen Sedimenten, welche den wesentlichsten Antheil am Aufbau der Hochebene haben, bedeckt.

Die tertiären Ablagerungen sind in der Miocänzeit, besonders im Westen, stark zusammengefaltet worden; gegen Osten nimmt die Intensität der Störungen ab. Daraus erklären sich die grösseren Erhebungen im Westen und die Tendenz der Flüsse zu einem nordöstlichen Laufe.

Als Ganzes betrachtet stellt sich das Gebiet als eine zwischen den Alpen, dem schwäbisch-fränkischen Jura und dem bairischen Walde abgesunkene Scholle dar. An ihrer Stelle soll sich einst (nach Gümbel) ein mächtiges Gebirge, „das vindelicische Urgebirge“ erhoben haben, welches das alpine Meer vom nördlichen trennte und so die Ursache der ungleichen Ausbildung der alpinen und der ausseralpinen Sedimente wurde. Die Zerstörung dieses Gebirges erfolgte in der jüngeren Kreide- und der älteren Tertiärzeit. Das

jüngere tertiäre Meer bedeckte allmählich das an die Stelle des Gebirges getretene flache Land und lagerte dort seine Sedimente ab. Nach wiederholten Senkungen und Hebungen dieses Gebietes ergriff endlich die letzte Alpenfaltung auch noch die jüngsten hier abgesetzten tertiären Sedimente und erhob sie in der Schweiz, in Vorarlberg und dem westlichen bayerischen Alpenvorlande zu theilweise recht bedeutenden Höhen.

Im Norden bricht diese Alpenvorlandsscholle am Steilrande des Juragebirges plötzlich ab. Der Grenze beider folgt die Donau.

Den tektonischen Verhältnissen geben die orohydrographischen beredten Ausdruck: Ostwestlich verlaufende Faltengebirge am Alpenfusse, nördlich davon die sanft gegen die Donau geneigte Ebene. Die Flüsse treten aus den Kalkalpen in südnördlicher Richtung quer durch die empor-tauchenden Falten; die Ebene durchsetzen sie westlich von München durchwegs in südnördlicher Richtung, östlich davon zeigt sich eine Ablenkung gegen den tiefer gesunkenen Nordostrand der Scholle.

Tertiärgebilde. Die älteren tertiären Bildungen, Flysch und Nummulitenschichten, reichen in das Vorland nicht mehr hinaus, sie finden sich, zum Theil mächtig aufgestaut, am Fusse des Alpengebirges selbst; dagegen bilden die jüngeren tertiären Schichten, die Molasse und der Flins. allüberall die Unterlage der diluvialen Sedimente. Man gliedert die Molasseformation bekanntlich in zwei Abtheilungen, eine untere (ältere) Meeres- und Süßwassermolasse und in eine obere (jüngere) Meeres- und Süßwassermolasse. Die erstere, mehr auf den Alpenrand beschränkt, zeichnet sich durch Pechkohleneinlagerungen aus, die letztere erstreckt sich weiter nach Norden und führt an mehreren Stellen Braunkohlenflötze.

Die untere Meeresmolasse besteht aus grauen Mergeln mit *Cyprina rotundata* (daher Cyprinenmergel), die nach oben gewöhnlich in Sandsteine und Conglomerate übergehen; Versteinerungen sind nicht selten (*Ostrea callifera*, *Cardium Heeri* etc. etc.).

Die untere Süßwassermolasse ist ausserordentlich mächtig. Sie beginnt mit Sandsteinen, denen stellenweise Conglomeratbänke (Nagelfluh, Gerölle mit Eindrücken) eingeschaltet sind, nach oben entstehen allmählich graue Mergel mit einer häufig vorkommenden Muschel, *Cyrena subarata*, (daher auch Cyrenenmergel). In der Umgebung von Miesbach, Penzberg, Peissenberg stellen sich röthlich gefärbte Lagen ein; in diesen kommen die bekannten Pechkohlenflöze vor, die an den genannten Orten abgebaut werden.

Das jüngere Tertiär besteht aus der obern Meeres- und der obern Süßwassermolasse.

Die obere Meeresmolasse folgt gleichförmig auf den Cyrenenmergeln oder den pflanzenführenden Schichten der untern Süßwassermolasse. Die Gesteinsbeschaffenheit ist wesentlich dieselbe, wie bei der letztgenannten Ablagerung, doch deuten die organischen Einschlüsse auf die marine Bildungsweise hin (Austern, Bryozoën, Balanen etc.). In den obern Lagen treten die bekannten Muschelsandsteine auf, die in der Gegend des Bodensees (Staad, Bregenz, Ellhofen, Weiler) und bei Kempten allenthalben als sehr geschätzte Bausteine gebrochen werden. Im Wirtachtobel am Pfänder bei Bregenz liegt in diesen Schichten (ein früher abgebautes) Pechkohlenflötz.

Durch Vermittlung von brackischen und limnischen Bildungen geht aus der obern Meeresmolasse die obere Süßwassermolasse hervor. Die Gesteinsbeschaffenheit gleicht auch hier wesentlich den ältern Bildungen. Reichlich treten Conglomerate (Nagelfluh) und Kieseinlagerungen auf; die obersten Sande nennt man in der Münchner Gegend Flins. Von den organischen Einschlüssen mag die charakteristische *Helix sylvana* hervorgehoben werden, daneben viele Säugethierreste, *Mastodon angustidens*, *Dinotherrium* etc. Berühmt durch die zahlreichen Pflanzenfunde ist Öningen am Bodensee und Heggenbach bei Biberach geworden. Besonders im nördlichen Theile der Hochebene findet man in den Schichten der obern Süßwassermolasse Braunkohleneinlagerungen (Ingolstadt, Regensburg, Passau etc.).

Quartärgebilde. Den hervorragendsten Antheil am Aufbaue der Hochebene haben die quartären Glacialgebilde. Als älteste Ablagerung dieser Art wird von vielen Geologen die sogenannte diluviale Nagelfluh (Pencks Deckenschotter) angesehen. Es ist dies eine mächtige fast über die ganze Hochfläche ausgebreitete, conglomerierte Schotterbildung, welche discordant über dem gefalteten Tertiär ruht. Sie führt neben Kalkgeröllen wenig alpine Urgebirgsgesteine. An der Oberfläche ist sie nicht selten von Gletschern abgeschliffen (Schäftlarn bei München, Ufer des Starnberger Sees u. s. w.); an mehreren Stellen (an der Isar, am Lech und Inn) sind in sie Strudellöcher eingesenkt (besonders schön bei Deisenhofen südlich von München); wiederholt wurden in ihr gekritzte Geschiebe gefunden. Sie wird daher als Beweis der ältesten bisher bekannten Vergletscherung, die bis in das Alpenvorland hinausreichte, angesehen [602]. Ja in neuester Zeit hat man an Terrassenbildungen innerhalb der Deckenschotter sogar die Anzeichen zweier Vergletscherungen (also im Ganzen vier) erkannt [1026]. Andere Forscher [889] sehen in ihr ein präglaciales Gebilde.

Noch eine andere, conglomerierte Schotterablagerung unterteuft die jüngeren Glacialsedimente. Es sind dies mächtige Schuttkegel an den Mündungen der grossen Alpenthäler gegen das Vorland; so bei Niereraschau, am Inn bei Brannenburg, am Calvarienberg bei Sonthofen, Garmisch. Die Conglomerate führen Gerölle mit Eindrücken und hohle Gerölle (löcherige Nagelfluh).

Über dem Deckenschotter liegen zwei fluviale Schottersysteme und zweierlei damit verbundene Moränen. Die Moränen liegen näher am Alpenfusse, die Schotter verbreiten sich vor allem ausserhalb des Moränengebietes. Das ältere dieser beiden Schottersysteme folgt den in die Deckenschotter eingerissenen Thalfurchen, tritt aber auch über dieselben hinaus. Das jüngere Schottersystem liegt in den Thälern, welche sich die Flüsse in den ältern Schottern eingengagt haben. Auch in diese Schotteranhäufung haben die modernen Flüsse ihre Thälern eingeschnitten. Dadurch entstehen längs der heutigen Flussläufe zwei übereinander liegende Schotterterrassen, von denen die höhere

durch die älteren Glacialschotter (Hochterrassenschotter), die niedrigere durch die jüngeren Schotter (Niederterrassenschotter) gebildet wird. Die zwischen den Perioden der Anhäufung der Schotter liegende Erosion derselben fällt in eisfreie „Interglacialzeiten“, während die Anhäufung der Schotter zu Zeiten der Vergletscherung erfolgte. Das schematische Profil 5 soll diese Verhältnisse darstellen.

Wie erwähnt, gehen die Terrassenschotter aus den Moränen hervor, daher erklärt sich auch ihre Verbreitung ausserhalb des Moränengebietes und die grosse Menge erraticen Materials (Urgebirgsgeschiebe aus den Centralalpen), welches sie führen. Das an einer Stelle längere Zeit stabil bleibende Gletscherende wurde von einem Moränenkranze, gebildet aus Grund- und Oberflächenmoränen, umgeben und die dem Gletscher entströmenden Schmelzwasser entführten das Material desselben theilweise und häuften es zu den Terrassenschottern auf. Kleine Schwankungen des Gletscherrandes schufen eine Art Verzahnung von ungeschichteten Moränenmaterial und geschichteten Flussschottern, wie dies die Abbildung 6 zeigt.

Die Moränen der diluvialen Gletscher umgeben bogenförmig die Mündungen der Alpenthäler. Sie liefern ein ganz charakteristisches Bodenrelief in Form mehr oder weniger parallel laufender langgestreckter Hügelzüge, zwischen welchen thalähnliche Vertiefungen, häufig mit Wasser und Sumpf ausgefüllt, fortstreichen. Dieses eigenartige Landschaftsbild fällt jedem, auch dem flüchtigsten Blicke des Wanderers auf, der von dem ebenen, mit den erwähnten fluviatilen Schottern bedeckten nördlichen Theile des Alpenvorlandes dem Gebirge zuwandert.

Die Verbreitung dieser Gebilde kann aus der Kartenskizze 2 entnommen werden. Man unterscheidet leicht den Bogen des Salzachgletschers und den des Inngletschers, zwischen welchen jener des Gletschers des Grossachenthales kaum zur Entwicklung kommen konnte; ferner den Bogen des vereinigten Isar- und Loisachgletschers, an den sich westlich die des Lech und der Iller angliedern; weiter den grossen Bogen des Rheingletschers.

Die Wälle sind Endmoränen der aus den genannten Thälern in die Ebene austretenden Gletscher. Ihre concentrische Anordnung ist die Folge des ruckweisen Abschmelzens der Gletscher. Es scheint, dass die Gletscher in ihrer grössten Ausdehnung viel länger stille standen, als in den Phasen des Rückzuges und ihre Schmelzwasser konnten daher zu jener Zeit mächtigere geschichtete Schotter aufbauen, als in der Rückzugszeit; daher finden wir gegen das Centrum der Umwallung hin eine Terrainvertiefung, die „centrale Depression“, welche von den Schmelzwässern angefüllt wurde. Reste dieser Ausfüllung sind heute noch vorhanden (Chiemsee, Würm- und Ammersee, Bodensee). In andern Fällen haben sich die Abflüsse der Seen so tief in die Schotter der Hochebene eingegraben, dass das Becken entleert wurde (Rosenheimer Becken).

Wir haben hiemit einen Erklärungsversuch des vielumstrittenen Seenphänomens angedeutet. Er besagt im Wesentlichen folgendes: Vor der letzten Vergletscherung haben die Flüsse in die ältern diluvialen und die unterliegenden tertiären Ablagerungen tiefe und breite Thalfurchen eingegraben. Diesen folgten auch die Haupteisströme der letzten Glacialzeit. Das Gebiet ihrer grössten Ausdehnung bedeckten sie sehr lange und ihre Schmelzwasser hatten daher Gelegenheit, rings um die Gletscherenden mächtige Schotter aufzuhäufen. Nun erfolgte ein rascher Rückzug. Die Schmelzwasser dieser Zeit bedeckten wohl theilweise das von den Gletscherzungen eingenommene Gebiet mit Sedimenten, vermochten aber bis heute nicht überall die Terrainvertiefung vollständig auszufüllen, in welcher der Gletscher lag. So füllte sich dasselbe mit Wasser, das solange sich erhalten konnte, als der Abfluss sich in die vorgelagerten Moränenwälle und Schotter nicht bis in das Niveau des Gletscherbodens innerhalb des Walles eingegraben hatte.

Von Seiten einiger Forscher werden die Seen des Alpenvorlandes als Product der auskolkenden Thätigkeit der Gletscher angesehen [602, 636, 642, 665], während andere der Ansicht sind, dass sie eigenartigen Dislocationen ihr Dasein verdanken.

So erfolgte nach Heim [908] in der ältern Interglacialzeit ein plötzliches Absinken des Alpengebirges als Ganzes und zwar im Norden um ungefähr 300 m, im Süden um 400 m. Dadurch wurden die in die Ebene ausmündenden Alpenthäler in ihrem Unterlaufe rückläufig und füllten sich mit Wasser, wodurch die Seen entstanden [373, 636, 665, 698, 867, 908].

Ausserhalb der erwähnten Umwallungen bemerkt man im Gebiete der fluviatilen Schotter der Hochebene wiederholt Reste von Moränenringen (äussere Moränen, verwaschene Moränenlandschaft) als Zeugen einer älteren, weiter in das Alpenvorland hinausreichenden Vergletscherung. Sie wurden von den fluviatilen Schottern der Vergletscherung, welche die innern Moränen schuf, ganz oder theilweise verschüttet oder von den Schmelzwassern abgetragen.

Im Gebiete der fluviatilen Schotter finden sich heute trocken liegende ehemalige Wasserrinnsale, Trockenthäler (Teufelsgraben, Gleisenthal etc.), innerhalb der Moränenwälle zahlreiche kleine Wasseransammlungen, Moränenseen, Sümpfe und Torfmoore.

Stellenweise liegt zwischen den fluviatilen Bildungen eingeschlossen Torfkohle (Diluvialkohle), wie bei Grossweil am Kochelsee, bei Wasserburg [602], bei Aschau, in der Gegend von Krainburg unfern Mühldorf am Inn [392], wo ein vollständiges Skelett eines *Rhinoceros tichorhinus* gefunden wurde.

Im Gebiete ausserhalb der jüngeren Endmoränen zeigt sich ein gelber bis brauner Lehm, der Löss, weit verbreitet. Er ist ein theilweise vom Winde umgelagertes Verwitterungsproduct und bedeckt als solches die Oberfläche der älteren Glacialablagerungen und der fluviatilen Sedimente.

Zu erwähnen sind noch die alluvialen Bildungen. Hierher gehören die im Inundationsgebiete der Flüsse abgelagerten Schotter, Kies und Sande. Ferner der in den ausgedehnten Mooren (Mösern, Filzen) weit verbreitete Torf, sowie der Alm, eine in den Mooren nicht selten vorkommende Kalkschlamm-Ablagerung aus Quellen. [160, 283, 373, 392, 432, 602, 618, 636, 665, 667, 693, 694, 746, 771, 858, 874, 889, 901, 1019, 1026].

Nördliche Kalkalpen.

Gesteine. Die Gesteine, welche die nördlichen Kalkalpen zusammensetzen, gehören in der Hauptmasse der mesozoischen Periode an. Von Schichten, die man möglicherweise der paläozoischen Zeit zurechnen kann, finden wir nur einen schmalen Streifen am Südrande gegen die Centralzone. Die jüngeren, känozoischen (tertiären) Gesteine beschränken sich auf den Nordrand des Gebirges. Der Flysch, welcher theilweise noch der Kreidezeit angehört, bildet zwischen den mesozoischen Sedimenten und den tertiären Ablagerungen eine langgestreckte, von den ersteren durch eine Bruchlinie getrennte Zone am Nordfusse der Kalkalpen. Die nördlich sich anschliessenden Tertiärbildungen nehmen nur im westlichen Theile einen merklichen Antheil an der Gebirgsbildung, weiter gegen Osten beschränken sie sich auf niedrige Vorberge, besitzen aber unter der diluvialen Decke der baierischen Hochebene eine grosse Ausdehnung. Von den am Südrande auftretenden vielleicht paläozoischen Schichten können wir nur die rothen Sandsteine und Verrucano-Conglomerate hervorheben, deren Altersbestimmung übrigens noch sehr unsicher ist. Sie erscheinen am Südfusse der Kalkalpen von Saalfelden bis Schwaz in breitem Zuge, von dort bis an die westliche Landesgrenze in kleineren Aufschlüssen als Unterlage der sichern Trias. Diese, aus den in der petrographischen Beschreibung hervorgehobenen Gesteinen bestehend, bildet den Grundstock des ganzen Gebirgszuges und zwar ist es im Osten des Innquertales der Ramsaudolomit und der Dachsteinkalk, welche am meisten hervortreten, während westlich davon in den südlichen Ketten der Wettersteinkalk dominiert; weiter nördlich und vor allem westlich vom Fernpass verdrängt der Hauptdolomit die älteren Triasgesteine. Gleichzeitig beginnen Jura- und Kreidesedimente, welche im östlichen Gebiete nur sporadisch auftreten, lebhafteren Antheil an der Gebirgsbildung zu nehmen. Im nördlichen Vorarlberg herrschen endlich fast ausschliesslich nur Kreide-, Flysch- und Tertiärgesteine.

Bau. Von dem Aufbaue der nördlichen Kalkalpen geben die beiden Durchschnitte Abb. 4 a und b ein schematisches Bild. Sie stellen dieses Gebiet zur Zeit der vollendeten Ablagerung und nach der Faltung dar. Im Grossen und Ganzen haben wir eine langgestreckte flache Mulde vor uns, deren Ausfüllung zunächst (in der jüngeren Kreidezeit) von Brüchen durchsetzt, später (in der jüngeren Tertiärzeit) aber durch Zusammenschub sehr lebhaft gefaltet wurde. Einen grossen Theil der aufgefalteten Schichten hat die von den fliessenden Wassern besorgte Abtragung entfernt und so finden wir heute von vielen Schichtgliedern, besonders von den jüngeren, nur spärliche Reste eingeklemmt in engen Faltenmulden. Aber auch die älteren Schichtglieder erscheinen in Folge der Faltung nur in öfter wiederkehrenden, langgestreckten Streifen. Die ältesten Sedimente findet man in grösserer Erstreckung vor allem am Südrande der Kalkalpen, an der Grenze gegen die Schiefer der Centralzone, vereinzelt auch am Nordrande gegen das nördliche Alpenvorland. In der Mitte der Kalkzone streichen vorherrschend die mittlern und jüngern Sedimente aus.

Wie schon oben hervorgehoben wurde, trennt eine von Oberstdorf an der Iller zum Rhätikon streichende Grenze, die rhätische Überschiebungslinie, einen westlichen Theil der nördlichen Kalkalpen von einem östlichen ab. Beide Theile sind wesentlich verschieden zusammengesetzt.

Am Aufbaue der Kalkalpen östlich von der rhätischen Überschiebung nehmen hauptsächlich Gesteine der Trias und des Jura Antheil; Kreide- und Tertiärgesteine treten sehr zurück. Dabei herrschen die tiefern Gliedern der Trias im Osten, während weiter nach Westen die höheren Triasglieder, besonders Hauptdolomit, sowie Liassedimente an ihre Stelle treten. Der Grund dieser Erscheinung ist in den tektonischen Verhältnissen zu suchen. Im Grossen und Ganzen ist das Gebirge im Westen tiefer abgesunken, als im Osten, und intensiver gefaltet. Die Faltenzüge, meist zwischen langhingezogenen Bruchlinien liegend, streichen östlich vom Lechgebiete ostwestlich. Die sattelförmigen Aufwölbungen und die zwischenliegenden Mulden sind im südlicheren, näher der Centralzone gelegenen Theile vollständiger erhalten; im nördlichen werden sie un-

gleichförmiger, die nördlichen Schenkel liegen mehr und mehr steiler und verschwinden allmählich unter den übergeschobenen, flacheren Südschenkeln. Wiederholt sind Horizontalverschiebungen an querdurchsetzenden Brüchen erfolgt. Mit dem Fortschreiten gegen Osten wird die Faltung etwas ruhiger, Brüche treten mehr in den Vordergrund. Es macht sich eine flache Aufwölbung besonders südlich einer Linie Imst—Partenkirchen—Kufstein geltend, wodurch tiefere Triasglieder, vor allem Wettersteinkalk, schroffe Gebirgskämme bildend, am Aufbaue wesentlich Antheil nehmen. Nördlich von dieser Linie setzt das Gebirge im Charakter der westlichen Gebiete, doch in milderer Formen, nach Osten bis über den Inn in die Chiemgauer Alpen fort. Hauptdolomit ist das herrschende Gestein, Jura und Kreide liegen in schmalen Streifen auf. Besonders bemerkenswert ist eine eng zusammengepresste Mulde von Jura- und Kreideschichten, die vom Karwendelgebirge über den Juifen und das hintere Sonnenwendgebirge nach Kufstein zieht. Südlich davon finden wir einzelne Kreideschollen im Brandenberg und am Südende des Achensees. Ganz vereinzelt ist das Vorkommen von Gosauschichten am Muttekopf bei Imst. Von Schwaz angefangen greift das Kalkgebirge über den Inn nach Süden; die Triasschichten liegen hier unmittelbar über paläozoischen Sedimenten. Im Kaisergebirge ist der Charakter des Faltengebirges noch erhalten, weiter östlich überwiegt der Bruchcharakter vollständig, das Gebirge ist in einzelne Schollen aufgelöst, in welchen die Schichten flach liegen. Dachsteinkalk ist hier das herrschende Gestein, Jura- und Kreidereste sind stellenweise erhalten. Wahrscheinlich in fjordähnlichen Buchten wurden die spärlichen alt- und mitteltertiären Bildungen abgesetzt, die sich im Innthale, Walchseethale und bei Reith im Winkel finden und durch ihre Kohleführung (Häring) bekannt sind.

Westlich vom Lech, im Rhätikon, herrscht dieselbe Schollen- und Faltenbildung, doch tritt eine Veränderung in der Weise ein, dass die Faltenzüge theilweise von der Ostwestrichtung in eine solche nach Südwest umschwenken. Die im Lechgebiete (und östlich davon) nach Norden gerichteten Überschiebungen gehen demgemäss in nordwestliche und selbst westliche über.

Nach der bisherigen Auffassung erschien der Rhätikon als zwischen einer bogenförmig ihn umfassenden Bruchlinie stehen gebliebener Horst, halbinselförmig in die abgesunkenen Kreide-Flyschgebiete von Vorarlberg und Prätigau vorgreifend. Wie schon früher (S. 72) angedeutet wurde, weicht die heutige Auffassung [1031]*) wesentlich davon ab. Hienach liegt das ganze Triasgebirge des Rhätikon und ein Theil der archaischen Silvretta-Alpen auf einem aus Flysch, Lias und Jura bestehenden „basalen Gebirge“ (Vorarlberger Flysch und „Bündener-Schiefer“ des Prätigau), welches selbst wieder einer an der grossen „Glerner-Überschiebung“ gegen Westen hin aufgeschobenen Scholle angehört, so dass wir in diesem Grenzgebiete zwischen Ost- und Westalpen zwei riesige, übereinander geschobene Schuppen der Erdkruste zu erkennen hätten. [924].

Das westlich von der Überschiebungslinie liegende, vorarlbergische Faltengebirge gehört geologisch zum schweizerischen Faltenzuge. Es besteht aus Kreide-Flysch- und Tertiärgesteinen. Die Kreideschichten bedecken ein langgestrecktes Dreieck, dessen Basis zwischen Feldkirch und Dornbirn, dessen Spitze bei Oberstdorf liegt. Im Süden und Norden werden sie von einem Flyschstreifen begleitet. Die Kreideschichten stellen ein theilweise nach Norden übergeschobenes Falten-system dar; dabei sind die Falten im südlichen Theile enger zusammengepresst und höher, als im nördlichen, was auf einen stauenden Einfluss von Seiten der alten, krystallinen Massen des Silvretta-stockes zurückgeführt wird. [525]. Die Fortsetzung des Zuges nach Osten über die Iller hinaus erscheint nach Norden verschoben, so dass hier die Kreideschichten erst wieder am Grünten, nördlich von Sonthofen, zum Vorschein kommen. Doch ist es auch möglich, dass diese kleine Aufwölbung von Kreidegesteinen einer neuen, nördlichen Falte angehört. Von hier setzt der Flyschzug nach Osten fort. Gegen das südlich folgende Kalkgebirge ist er durch einen Längsbruch getrennt; die Bruchfläche fällt nach Süden ein und die Kalkschollen sind über den Flysch nach Norden geschoben. Dort, wo die Flyschzone erhalten blieb, ver-

*) Vgl. auch Rothpletz, Alpenforschungen I. 1900.

mittelt sie mit weichen Formen den Übergang der Kalkhochalpen und der Ebene. Wo aber die Erosion die Flyschberge entfernt hat (Gegend von Füssen, Murnau, Marquartstein) bricht das Kalkgebirge an der Bruchlinie steil gegen die Ebene ab.

An den nördlichen Flyschzug der Algäuer Alpen legen sich Molasseschichten. Sie sind im vorderen Bregenzer Walde noch erheblich aufgestaut, weiter gegen Osten verlieren sie sich unter den diluvialen Decken des bayerischen Alpenvorlandes, wo tiefere Flusseinschnitte ihr Dasein beweisen und erkennen lassen, dass diese Schichten auch hier noch lebhaft gefaltet sind.

An die gegebene Übersicht des Baues der nördlichen Kalkalpen schliessen wir Skizzen der geologischen Structur der einzelnen Gruppen.

1. Rhätikon.

Umgebung*): Rheinthal, Prätigau bis Klosters, Schlappinerthal und -joch, Gargellenthal, Montavon (Ill) bis Schruns, Silberthal (Litzbach), Christberg, Dalaas, Klosterthal (Alfenz), Walgau (Ill), Rheinthal. [47, 69, 96, 148, 190, 210, 224, 323, 347, 350, 351, 613, 803, 821, 822, 884, 924, 979e, 1020, 1031]**).

Gesteine. Granit (im östlichen Rhätikon an einigen Punkten). Gneiss mit Glimmerschiefern, Hornblendeschiefern, nach oben phyllitartig werdend („Casannaschiefer“). Verrucano, Rauhwacken (im Hintergrunde des Rellstales im Norden vom Verajöchl). Buntsandstein, rothe oder weisse Sandsteine ohne Versteinerungen. Muschelkalk, hornsteinführend, wulstig. Partnach-Schichten. Arlberg-Schichten, dunkle, hellanwitternde Kalke, schwarze Mergel, sandige Schiefer. Raibler-Schichten, graue sandige Mergel und Rauhwacken, stellenweise mit Gipslagern. Hauptdolomit

*) Nach A. Böhm, Eintheilung der Ostalpen.

**) Und Rothpletz, Geol. Alpenforschungen I. 1900.

in der gewöhnlichen nordalpinen Entwicklung. Kössener-Schichten. Lithodendronkalk (oberer Dachsteinkalk, Kössenerkalk). Algäu-Schichten, graue Kalke, Mergel, Sandsteine, Conglomerate und schwarze Schiefer, im Westen der rhätischen Überschiebungsfläche, gewöhnlich als „Bündener-Schiefer“ bezeichnet. Weisse und rothe Adnetherkalke, im Osten des Rhätikons (Zimbascholle). Jura- (Tithon-) Gesteine. Hierher gehören die hellen, dickbankigen, massigen Kalke, oft oolithisch entwickelt, mit rothen Mergeleinlagerungen; sie werden unterlagert von Foraminiferen führenden Kalkschiefern und sandig thonigen Sedimenten, welche transgredirend auf älteren Schichten liegen. Die weissen Kalke, welche die mächtigen Felsen der Sulz- und Drusenfluh aufbauen, haben die verschiedensten Stellen in der Formationsreihe erhalten; in der Darstellung von Mojsisovics [347] werden sie als Kreide (Caprotinenkalk) aufgeführt, Koch [478] fand darin Tithonversteinerungen und Rothpletz (Alpenforschung I. 1900) hat das Alter dieses Kalkes durch neue Funde, besonders an der Scheienfluh, als tithonisch mit Sicherheit festgestellt. Flysch mit Algäu-Schichten im Prätigau und im Rhätikon am Nord- und Westfuss, in der Zimbascholle im obern Gauerthale. Basaltähnliche Gesteine (auch als „Spilit, Variolith“ aufgeführt) und Serpentin (Tilisuna-Alpe, Nordfuss der Kirchlispitzen, an der Gapfall-Alpe) [1020]. Glaciale Sedimente, ältere Conglomerate (bei Bürs und Nenziug) und jüngere Schutt- und Moränenmassen.

Bau*). Diese Gruppe fand auf Grundlage der Aufnahmen von Richthofen [148] und anderer durch Mojsisovics [347] eine Darstellung unter einem einheitlichen Gesichtspunkte. Hienach grenzte dieses aus mehreren Schollen bestehende, auf krystalliner Unterlage ruhende

*) Wir skizzieren den Bau dieser Gruppe nach der uns unmittelbar vor dem Drucke dieser Zeilen zugekommenen Arbeit von Rothpletz (Alpenforschungen I. 1900), indem wir die frühere Darstellung zurückziehen. Da jedoch dieser neuen Arbeit keine stratigraphische Karte beigegeben ist, so konnte eine gewisse Incongruenz zwischen dieser Darstellung und dem Führer, der auf die Einzeichnungen der geologischen Reichsanstalt sich stützt, nicht vermieden werden.

Triasgebirge längs einer die Gruppe im Norden, Westen und Süden umziehenden Bruchspalte an abgesunkene Flysch-Schichten. Die Triasgesteine sind in Falten gelegt, welche, im allgemeinen ostwestlich streichend, am Westrande nach Süden umbiegen. Die Falten und Schollen sind nach Nordwesten und Westen übereinandergeschoben. Die am südlichen Grenzkanne gegen das Prätigau auftauchenden, hellen, massigen Kalke wurden der Kreideformation (Schweizer Facies) zugerechnet. Nach Rothpletz liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Die Unterlage der Sedimente des Rhätikon ist im Osten das krystalline Grundgebirge. Dieses und die westlich folgenden Triasschollen, welche die Hauptmasse des Rhätikon aufbauen, sind als Ganzes längs einer nach Westen hin ansteigenden Fläche über eine vorwiegend aus Flyschgesteinen bestehende Unterlage aufgeschoben. Der Nord-, West- und theilweise auch der Südrand des Triasgebirges gegen den Flysch, welcher früher als mehr weniger senkrecht in die Tiefe setzende Bruchspalte aufgefasst wurde, ist hienach nichts anderes als die austreichende Überschiebungsfläche. Das basale Gebirge, aus Flysch, Lias und Tithon bestehend, ist für sich in z. Th. Nord-Süd steichende nach Westen übergeschobene Falten gelegt. Das auflagernde Triasgebirge zerfällt in mehrere Schollen. Wir skizzieren die etwas verwickelten Lagerungsverhältnisse an der Hand des beigegebenen Kärtchens 3 und verweisen auf die Durchschnitte 10—15.

Von Vaduz nach Bludenz zieht die Vaduz-Bludenz-Spalte; die Scholle nördlich von ihr heisst die Dreischwesternscholle (DS). Sie wird von Triasschichten bis hinauf zum Hauptdolomit aufgebaut; die tieferen erscheinen über Flysch, der den Gebirgsabhang gegen die Ill und westlich gegen das Rheinthal bildet, am Nordrande der Scholle zwischen Bludenz und Vaduz, der Hauptdolomit beherrscht das Gebiet vom Gallinakopf bis zum Kamm über Dreischwestern und Gypsberg. Wie aus dem Profil 10 hervorgeht, besteht sie aus einer Mulde, der sich im Osten ein flacher Sattel anschliesst.

Eine zweite Bruchspalte beginnt im Westen am Heupiel und streicht über das Malbunthal und den Virgloria-Pass (Amatschonjoch) ins Brandenthal und diesem entlang nach

Bludenz. Sie heisse Malbun-Bludenz-Spalte und die nördlich von ihr liegende Scholle Alpilla-Scholle (AS). Diese wird wesentlich aus denselben Schichten aufgebaut, wie die vorige. Die untersten Triasglieder erscheinen im Lichtenstein'schen, längs einer nordsüdlichen Bruchspalte an Flysch geworfen; die höheren Partnach- und Arlberg-schichten folgen weiter östlich und am Nordrande gegen die Dreischwesternscholle, der Hauptdolomit herrscht zu beiden Seiten des mittleren Gamperton-Thales und am Alpilla-kopfe. Ihr Bau gleicht jenem der vorigen Scholle; sie besteht, wie der Schnitt 11 zeigt, im Westen aus einer Mulde, an welche sich weiter östlich zwei durch eine Mulde getrennte Sättel anschliessen. Das Gebirge südlich der Malbun-Bludenz-Spalte zerfällt in vier grössere Schollen, welche sämmtlich gegen Süden von einer Bruchspalte begrenzt werden, die aus dem Lichtenstein'schen über den Ursprung des Samina- und Gamperton-Thales empor zum schweizerischen Grenzkamme und dann längs desselben zum Lünereck zieht; von hier setzt sie an die linke Flanke des Öfner Tobel und von dort quer über das Gauer Thal zur Tilisuna Alpe fort. Sie wird Gaflei-Tilisuna-Spalte genannt.

Von den erwähnten vier Schollen südlich der Malbun-Bludenz-Spalte ist die östlichste die Zimba-Scholle (ZS); sie besteht aus Trias-, Lias- und Flyschgesteinen, die zu steilen, südwestlich streichenden Falten aufgestaut sind, wie aus dem Schnitt 12 ersichtlich ist. Gegen Osten setzen sich die Zimbafalten im Davenna-Gebirge fort; im Südosten liegen die Triasschichten derselben discordant auf krystallinen Schiefeln; eine durch Erosion abgetrennte Triasinsel baut die Mittagspitze südlich von Schruns auf. Gegen Westen wird die Zimbascholle von einer Bruchspalte begrenzt, welche längs dem östlichen Gehänge des Branderthales bis Brand verläuft; von hier thalaufwärts gabelt sich die Spalte. Der östliche Zweig zieht östlich vom Alvierbache bis zum Lünereck und durchschneidet denselben (Lünereck-Spalte); der westliche Zweig setzt über das Branderthal, steigt zur Sonnenlagantalpe empor, biegt dann gegen Südosten um den Zirmenkopf und erreicht die Lünereck-Spalte westlich vom See. Zwischen den letztgenannten Spalten ist ein kleines

Stück Landes, die Douglass-Scholle abgesunken. Von ihrem Bau mag der Schnitt 8 eine Vorstellung geben.

Westlich von der Douglass-Scholle liegt die Scesaplana-Scholle (SS). Ihre östliche Begrenzung haben wir eben erwähnt; gegen Norden scheidet sie die Malbun-Bludenz-Spalte von der Alpilla-Scholle; im Süden wird sie von der Gaflei-Tilisuna-Spalte begrenzt; im Westen ist sie über die noch zu erwähnende Gorvion-Scholle aufgeschoben. Die Gesteine der Scesaplana-Scholle gehören der untern Trias (Buntsandsteine und Muschelkalk bei Brand, Partnach- und Arlberg-Schichten am Nord- und Westrande), dem Hauptdolomite und Kössener-Schichten (Scesaplana-Massiv), sowie dem Lias an (Mottenkopf). Tektonisch ist sie die Fortsetzung der Zimbascholle, nur mit dem Unterschiede, dass sie einen steilen Sattel im Norden, eine Mulde im Süden anweist. Vgl. die Schnitte 12 und 15. Die kleine Gorvion-Scholle ist eine ost-westlich streichende Mulde, welche wesentlich aus Muschelkalk, Arlberg- und Raibler-Schichten besteht und deren Kern mit Hauptdolomit ausgefüllt ist.

Südlich von der oben erwähnten Gaflei-Tilisuna-Spalte verläuft ungefähr in derselben Richtung eine weitere Bruchspalte. Sie beginnt im Rheinthale bei Fläsch, läuft dem Glecktobel entlang, dann über Stürvis, Sanalada, Lünereck zum Öfenpass und nach Verspalen bis zur Tilisuna-Alpe. Sie wird die Glecktobel-Tilisuna-Spalte genannt. Zwischen ihr und der erstgenannten Spalte liegt die lange, schmale, eingesunkene Falknis-Scholle. Sie besteht aus stark gefalteten Schichten des Flysch, des Lias und Tithon, der schmale mittlere und östliche Theil derselben besteht fast ausschliesslich nur aus beiden ersteren. Vgl. die Schnitte 7, 12, 13, 15, 16.

Südlich von der Glecktobel-Tilisuna-Spalte liegt das Lias-Flyschgebirge des Prätigau; an seinem Aufbau hat wesentlich nur das basale Gebirge Antheil, da hier die aufgeschobenen jüngeren Sedimente abgetragen wurden. An der Nordostecke aber hat sich ein Rest dieses aufgeschobenen Gebirges erhalten. Es sind dies die weissen Felsen der Kirchlispitzen, der Drusen- und Sulzfluh und der an der südöstlichsten Ecke des Rhätikons sich erhebenden Scheien-

fluh. Sie bestehen aus fast massigem, hellen Tithonkalk und Kalkschiefern, in überstürzter Lagerung aufgeschoben. Der tithonische Complex wendet sich im Streichen am Plasseggenjoch nach Süden und ist hier (am Madrisakamme) vom Gneiss der Silvrettamasse überdeckt. Vgl. die oben angeführten Schnitte; siehe auch Silvrettagruppe.

2. Lechthaler Alpen.

Umgrenzung. Ludesch, Walgau (Ill), Klosterthal, (Alfenz), Arlberg, Stanzerthal (Rosanna, Sanna) Landeck, Oberinntal bis Imst, Gurglthal, Fernpass, Lermoos, Hinterthornthal, Weissenbach, Pass Gacht, Tannheimerthal, Vorderjoch, Hindelang, Sonthofen, Iller, Oberstdorf, Mittelbergerthal (Breitach), Starzeljoch, Schrecksbach, Bregenzer Ach bis Au, Argenbach, Faschinajoch, Grosses Walsenthal, Ludesch. [1, 47, 60, 96, 125, 148, 165, 167, 244, 309, 311, 325, 376, 795, 846].

Gesteine: Krystalline Schiefer und Verrucano in geringer Ausdehnung am Arlberg; Muschelkalk und Partnach-Schichten in grosser Erstreckung längs der südlichen Grenze, Wettersteinkalk in schmalen Streifen zwischen Fernstein und Pfafflar, Arlbergkalk, Raibler-Schichten, Hauptdolomit, der den wesentlichen Antheil am Aufbau des Gebirges hat, Kössener-Schichten, oberer Dachsteinkalk; Lias (Adnether-Schichten, Algäu-Schichten, rothe, marmorartige Kalke, rothe und graue Mergelkalke mit dunkeln Flecken) Aptychen-Schichten (graue Knollenkalke, Hornsteinkalke, schwärzlich-graue, schiefrige, zerfallende, von Kalk- und Gipsadern durchzogene Mergel); Gosaubildungen (am Muttekopf bei Imst); Flysch (an der nordwestlichen Grenze); glaciale Bildungen. Erwähnt müssen hier auch noch werden stark zersetzte krystalline Schiefergesteine und ein eigenartiges Massengestein (Alpenmelaphyr, Algovit), die in einigen kleinen Aufbrüchen im Rettenschwangerthale, bei Hindelang und anderwärts längs der rhätischen Überschiebungslinie auftreten.

Bau. Vgl. die Übersichtsprofile 17, 18, 19. Von West nach Ost streichen mehrere Faltenzüge. Die Aufwölbungen, Sättel, („Hebungswellen“ bei Richthofen) besitzen häufig nur den Südschenkel, der nördliche Schenkel ist an Längsbrüchen abgesunken. Die südlichen Falten sind gewöhnlich über die weiter nördlich folgenden übergeschoben. Die Falten näher der Südgrenze sind besser erhalten. Meist ist es der überschobene Südschenkel eines Sattels mit Hauptdolomit als herrschendem Gestein, der die hochaufragenden Grate bildet. Demgemäss sind die auf den Schichtflächen liegenden Südabhänge der Ketten flacher geböschet, als die über den Schichtköpfen abstürzenden Nordabhänge. Die Gebirgsketten folgen im Grossen und Ganzen dem Schichtenstreichen oder schneiden dieses unter sehr spitzem Winkel.

Mit A. Böhm unterscheiden wir drei Gruppen, deren Bau wir getrennt skizzieren wollen.

a) **R o t h w a n d g r u p p e**, westlich von der Linie Argenau, Bregenzer Ach, Schröcken, Sattelhöhe von Hochkrumbach, Warth, Lech, Zürser Bach, Flexenpass, Stuben.

Der Bau ist ziemlich compliciert, die Faltung stellenweise eine äusserst intensive. Die herrschenden Gesteine sind Hauptdolomit und Algäu-Schichten. Der Südgrenze entlang zieht vom Arlberg bis Bludenz eine sattelförmige, steile Aufwölbung (das „Rungelin-Gewölbe“), in deren Kern untere Triasgesteine bis hinab zum Buntsandstein (Verrucano) zum Vorschein kommen. Gegen Norden folgen noch vier weitere Sättel mit in der Regel einseitigem Bau, da nur der Südschenkel erhalten ist. Die Überschiebungen und Überfaltungen werden gegen Norden bedeutender und schliesslich liegt der ganze Kalkcomplex der Trias- und Liasgesteine aufgeschoben über dem Flysch. Im Grossen und Ganzen zeigt das Gebiet daher eine ausgesprochene Schuppenstructur mit nach Nordwesten gerichteten Überschiebungen. Prof. 19.

b) **P a r s e y e r K e t t e**, östlich der vorigen und südlich vom Lech. Der Bau ist nicht wesentlich von dem der vorigen Gruppe verschieden, Hauptdolomit gewinnt mehr und mehr den Vorrang. Vom Fernstein längs der Heiterwand bis zum Hochtennensattel taucht unter einem schmalen Zuge von Raibler-Schichten Wettersteinkalk auf. Desgleichen

erscheinen westlich von Imst einige Streifen dieses Gesteins. Es sind dies die westlichsten Vorposten dieser riffartigen Bildung, die weiter im Osten selbst dem Hauptdolomit den Rang streitig macht. In geringer Erstreckung finden wir sodann Wettersteinkalk an der Nordgrenze zwischen Heiterwang und Weissenbach. Die oben erwähnte südliche Antiklinale setzt bis Landeck fort, doch ist von ihr meist nur der Nordschenkel erhalten. Die nördlich folgenden Wellen streichen nach und nach an der Inn-Gurgl-Thalung, von der sie unter spitzem Winkel geschnitten werden, aus. Discordant über Hauptdolomit liegen am Muttekopf Conglomerate und Sandsteine der Gosauformation (Kreide).

c) Hochvogel-Gruppe, nördlich vom Lech und Hochkrumbach. Die Hauptmasse der Gruppe unterscheidet sich nicht wesentlich von der vorigen. Die vorwiegend aus Hauptdolomit und Lias zusammengesetzten Gebirge verlaufen ungefähr wie die „Hebungswellen“ in mehreren west-östlich streichenden Ketten zwischen den Quellbächen der Iller und dem Lech. Besonders der westliche und nördliche Theil ist durch weit vorherrschende Liasgesteine (Fleckenmergel) ausgezeichnet. Längs einer Linie Hopfreen-Oberstdorf-Hindelang werden diese Schichten von der rhätischen Überschiebungslinie abgeschnitten; nördlich von derselben folgt meist südfallender Flysch, über den die ältern Sedimente übergeschoben sind. Im Rettenchwangerthal (südlich von Hindelang) treten an dieser Grenze eigenthümliche Eruptivgesteine auf.

3. Bregenzer Wald.

Umgebung: Bregenz, Rheinthal bis Meiningen. Walgau (Ill) bis Ludesch, Grosses Walsertal, Faschinajoch, Argenbach, Au, Bregenzer Aëh, Schrecksbach, Starzeljoch, Mitterbergerthal (Breitach), Illerthal von Oberstdorf bis Sonthofen, Hindelang, Vorderjoch, Vilsbach bis Haitlern, Pfronten, Nesselwang, Kempten, Weitnau, Weiler, Scheffau, Bregenz. [47, 48, 67, 96, 148, 323, 355, 356, 468, 525, 613, 889].

Gesteine. Die das Gebiet des Bregenzer Waldes aufbauenden Gesteine gehören der obersten Juraformation (Tithon), der Kreide, dem Tertiär und Quartär an.

Tithon. An der Canisfluh taucht unter den Kreidestenen ein dunkler, dickbankiger Kalk auf, dessen geologisches Alter lange Zeit unsicher war. Der Kalk, von der benachbarten Ortschaft Au „Auerkalk“ genannt, ist frei von Versteinerungen; in den zwischengelagerten schwarzen Schiefeln hat man einige gefunden (darunter *Terebratula diphya*, *Rhynchonella Hoheneggeri*, *Phylloceras Calypso* etc.), welche den Kalk der tithonischen Stufe zuweisen.

Kreide. Die Kreidestene bedecken ein lang dreieckiges Gebiet, das einerseits vom Rheinthale, andererseits von zwei Linien Feldkirch-Oberstdorf und Dornbirn-Oberstdorf begrenzt wird. Eine kleine Partie liegt etwas nach Norden verschoben östlich von der Iller am Grünten.

Wie im petrographischen Theile hervorgehoben wurde, kann man die untere Kreide Vorarlbergs in eine Mergel- und Kalkfacies unterscheiden; die erstere herrscht im Südosten, in der Umgebung der Canisfluh, die letztere umzieht dieselbe im Bogen von Westen über Norden nach Osten. Die Gesteine sind bereits im allgemeinen petrographischen Theile beschrieben worden. Eine Übersicht gibt das schematische Bild 38.

Flysch. Die Kreideschichten werden im Norden und Süden von einem Flyschstreifen eingeschlossen. Der Flysch besteht aus dünnschichtigen Mergeln (Fucoiden führend) mit eingelagerten Cementkalken, dann aus körnigen bis dichten Mergelsandsteinen mit kohligen Pflanzenspuren. Auffallend sind breccien- und conglomeratartige Einlagerungen, bestehend aus Bruchstücken von fremdartigen Gesteinen, Graniten, Porphyren, Kalk, gelben Mergeln, Quarz- und Glimmerschüppchen. Das Material dieser Gesteine soll von jenem hypothetischen „vindelicischen Urgebirgsrücken“, der einst das alpine Meer von den nördlichen Gewässern schied, stammen.

Der südliche Flyschzug liegt über den Kreideschichten, taucht aber selbst längs der von Oberstdorf ins grosse Wal-

serthall streichenden „rhätischen Überschiebungslinie“ unter die triadischen und Juraschichten der Kalkalpen ein. Östlich von der Iller biegt er nach Norden ab, zieht nach Pfronten und begleitet sodann den ganzen Kalkalpenzug nach Osten. Der nördliche Flyschzug liegt im allgemeinen ebenfalls über der Kreide, wird aber häufig, besonders im westlichen Theile, infolge der herrschenden nördlichen Überschiebung der Falten von Kreide überlagert, sowie er selbst nicht selten über die nördlich folgenden jüngeren Tertiärschichten übergeschoben erscheint. Infolge der leichten Verwitterung contrastieren die gerundeten, mattenreichen Flyschberge auffallend mit den felsigen Kreidegebirgsrücken.

Nummulitenschichten, graulichweisse, dichte Kalksteine mit vielen Nummuliten; sie sind nur spärlich (bei Dornbirn, Hohenems und am Grünten) entwickelt. Dunkelgraue, sandige, glimmerige Schiefer an der Grenze von Seewenschichten und Flysch gleichen den sogenannten „Wangschichten“ der Ostschweiz (Mellauthal, Hohe Kugel).

Molasse. Sie baut vorherrschend in Form von Sandsteinen und Conglomeraten den ganzen vorderen Bregenzer Wald und die bayerischen Vorberge vom Bodensee gegen Osten auf. Ihre Südgrenze gegen den Flysch verläuft längs einer von Dornbirn über Egg und Balderschwang nach Sonthofen ziehenden Linie. Der ältern Molasse gehört das Gebiet nördlich hievon bis zu einer Linie an, die von Bregenz über Weiler nach Ebrachhofen und von hier fast geradlinig nach Kempten sich erstreckt. Was nördlich von dieser Grenze aus der diluvialen Bedeckung emporragt, gehört der jüngeren Molasse an.

Der Contrast der weichen, welligen Molasse-Landschaft gegenüber dem südlichen Kalkgebirge ist ein ausserordentlich auffallender. Der eigenartige Reiz des Bregenzer-Waldes beruht wesentlich auf diesem Gegensatze (Ausblick vom Pfänder!).

Diluvium und Alluvium. Diluviale erratische Ablagerungen, Schotter, Blöcke und Moränen sind allenthalben im Rheinthale, in den Seitenthälern und auf den Höhen des vordern Bregenzer Waldes verbreitet. Einzelne

Vorkommnisse reichen bis in grosse Höhen hinauf (am Westgehänge des Imberger Horns bis 1500 m). Stellenweise findet man conglomerierte Schotter (Sonthofen) und Torfeinlagerungen (diluviale Braunkohle im Imberger Tobel). Alluviale Bildungen sind allenthalben im Rheinthale, im Illerthale und stellenweise auch an der Bregenzer Ache entwickelt.

Bau. Die Hauptzüge des Baues haben wir bereits angedeutet. An der Südgrenze stösst das Gebiet längs der rhätischen Überschiebungslinie, die von Bludenz bis Pfronten zieht, an das ältere Gebirge der nördlichen Kalkalpen. Hier taucht der Flysch unter die südlichen Trias- und Jurabildungen hinab, letztere sind über ersteren übergeschoben. Der ganze Gesteinscomplex von den hochemporgepressten Kreideschichten bis zur Molasse wurde von einer intensiven Faltung ergriffen. Die Falten sind häufig nach Norden überschoben, so dass ältere Sedimente über jüngere zu liegen kommen.

Die intensivste Faltung zeigen die den ältern Kalkalpen näher liegenden Gegenden (hinterer Bregenzer Wald); weiter gegen Norden verflachen sich die Falten mehr und mehr und allmählich tauchen die äussersten Molassehügel in der Gegend zwischen Lindau und Kempten unter die diluvialen Gebilde des Alpenvorlandes hinab. Vgl. die Schnitte 20 und 21.

Eine auffallende Erscheinung ist es, dass der bei Oberstdorf plötzlich abbrechende Kreidezug erst viel weiter nördlich am Grünten bei Sonthofen seine Fortsetzung nach Osten findet. Wahrscheinlich liegt hier eine neue Aufwölbung vor, worauf auch der Umstand hinzudeuten scheint, dass hier die Umhüllung der Kreide nicht Flysch-, sondern Nummulitenschichten übernehmen.

Der reiche Wechsel von leicht verwitterbaren, weichen Mergeln und sehr festen Kalken und die intensive Faltung, durch welche aneinandergereihte, mehr weniger parallele, zumeist oben aufgebrochene Wölbungen entstanden, verleiht der Oberfläche des Kreidegebietes einen sehr eigenartigen, mit der nächsten Umgebung stark contrastierenden Charakter. Wohl abgerundete kuppige Berge mit flachen Gehängen sind auf den Höhen von schroffen, riffartig

aufragenden, zackigen Felsrippen bedeckt, oder es stehen auf den sonst glatten Abhängen oft mehrere, nahezu parallel verlaufende, steile Felswände terrassenförmig wie Mauerwerke über der Oberfläche vor, während in den Thälern die festen Gesteinsbänke von tief eingeschnittenen Spalten durchzogen werden, welche stellenweise zu finsternen Schluchten und engen Klammen sich ausgeformt haben [889].

Von der Tektonik des Vorarlberger Kreidegebirges gibt uns V a c e k [525] eine vortreffliche Schilderung. Wir müssen auf diese ausserordentlich klare Darstellung verweisen und können hier kaum einige Andeutungen geben. Faltungen herrschen vor, Brüche sind seltener. Die Zahl der Wellen ist in verschiedenen Querschnitten verschieden, indem öfter einzelne sich in mehrere auflösen. Dem Rheinthal entlang kann man acht Falten zählen, in der Mitte des Gebietes sind weniger zu erkennen, gegen Osten vermehren sie sich wieder. Sie sind mit Vorliebe gegen Norden übergelegt, besonders im Rheinthale. Im weiteren Verlaufe einer Falte bemerkt man verschiedene Lagen der Schenkel. Auch in der Längserstreckung zeigt sich ein wellenförmiger Bau: man kann drei Erhebungen des Faltensystems, Hoher Blanken-Hochälpele, Didamsberg-Winterstauden, Hoher Ifer-Hirscheck, und zwei dazwischen liegende Senkungen, Linie Au-Schwarzenberg und dem Subersbach entlang, unterscheiden. Die Bregenzer Ache folgt nicht wie der Subersbach der Senkung, sondern Querbrüchen Schröcken-Hopfreben, Au-Schnepfau, sowie in den Engen bei Mellau und Klausberg. Letztere Querbrüche haben südlich ihre Fortsetzung in einem Bruche, der das Jura-gebirge zwischen Hochblanken und Canisfluh durchsetzt. Westlich von dieser Bruchlinie ist das Faltensystem etwas nach Norden verschoben. Die Falten streichen im Bogen um ein Centrum, das in der gegen Norden vorspringenden Ecke des krystallinen Stockes der Silvretta liegt. Aus dem Einflusse dieses Stockes auf die gesammte Faltung können die tektonischen Verhältnisse sowohl des Vorarlberger Kreidegebirges, wie der südlich folgenden Triaswellen in erster Linie erklärt werden. In zweiter hatten aber auf die Kreidefalten auch die Jurarücken der Canisfluh und des Feuerstätterberges ihre Wirkung.

4. Wetterstein-Gruppe.

Umgrenzung: Imst, Gurglthal, Fernpass, Ehrwald, Loisachthal, Partenkirchen, Kankerbach, Wagenbrechsee, Barmsee, Krün, Isar, Scharnitz, Druhebach, Seefelderpass, Niederbach, Innthal bis Imst. [167, 217, 273, 308, 309, 376, 795, 874, 889].

Gesteine: Muschelkalk, Partnach-Schichten, Wettersteinkalk, Raibler-Schichten, Hauptdolomit, Lias, Jura-Aytychen-Schichten, Neocommergel, Glacialdiluvium.

Bau. Die Gruppe wird beherrscht von einer mächtigen, in zahlreiche Falten und Schollen aufgelösten Aufwölbung des Wettersteinkalkes. Dieser baut den Zug des Wettersteingebirges selbst von der Zugspitze bis zur Isar zwischen Scharnitz und Mittenwald auf, sodann die Kette der Mieminger Berge von Bieberwier bis zur hohen Munde. Das mächtige Gewölbe ist in der Mitte gespalten durch zwei langgestreckte, parallele, von Ehrwald bis Puiten im Leutaschthale ziehende Bruchlinien, zwischen welchen eine schmale Scholle Jura- und Kreideschichten eingeklemmt in die Tiefe gesunken ist. (Vgl. Prof. 25). Das Leutaschthal selbst folgt einer Querbruchlinie, welche diese Scholle im Osten abschneidet. Im Süden der Mieminger Kette sinkt der Wettersteinkalk in die Tiefe, erhebt sich aber in dem Simmeringzuge und dem Tschirgand neuerdings steil empor. Die Mulde zwischen beiden Erhebungen, der Miemingerkette und dem Tschirgand, füllt Hauptdolomit, vom Wettersteinkalk durch eine Zwischenlage von Raibler-Schichten getrennt, aus. Die Hauptdolomitmulde senkt sich gegen Osten und erreicht zwischen Mötz und Telfs das Innniveau. Hier am Inn wird sowohl der Wettersteinkalk des Tschirgand-Simmeringrückens, als auch der Hauptdolomit des Achberges zwischen Mötz und Telfs von einer dem Inn folgenden Bruchlinie abgeschnitten und das Wettersteinkalkgewölbe tritt am Südabhänge der hohen Munde unmittelbar an den Inn heran. In der Hauptdolomitmulde liegt der mit glacialen Schottern bedeckte alte Thalzug Nassereit-Telfs, das sogenannte Mieminger Plateau.

Im Gaisthale beginnt sodann eine neue mit Hauptdolomit ausgefüllte Mulde; ihr gehört die Umgebung von Leutasch an, in ihr liegen die gerundeten Bergrücken westlich von Seefeld bis Scharnitz.

Am Nordabhange des Wettersteingebirges liegt über dem sich rasch absenkenden Nordflügel des Kalkgewölbes neuerdings eine Mulde von Raibler-Schichten und Hauptdolomit, die vom Partnachthal nach Mittenwald zieht. Im Norden wird diese Mulde längs des Ferchenbaches von einer Bruchlinie abgeschnitten. Nördlich davon folgt ein Streifen Muschelkalk und Partnach-Schichten, in welche die Partnachklamm eingeschnitten ist. (Vgl. das Prof. 24).

In seiner westlichen Fortsetzung, an den nordwestlichen Steilwänden des Waxensteines und der Zugspitze, erscheint dieser Schichtencomplex als normale Unterlagerung des die letztgenannten Höhen aufbauenden Wettersteinkalkes. Auch diesen Zug schneidet im Nordwesten zwischen Grainau und Ehrwald ein Bruch ab und bringt ihn so in unmittelbarem Contact mit Hauptdolomit, der die Umgebung des Eibsees zusammensetzt. Profil 25.

5. Karwendel-Gruppe.

Umgrenzung: Seefelder Pass, Scharnitz, Isar bis unterhalb Mittenwald, Seinsbach, Vereinsalpe, Formansbach, Vordersbachau, Hinterriss, Plumserjoch, Gerntal, Achensee, Kasbach, Jenbach, Innthal bis oberhalb Zirl, Niederbach, Seefelder Pass. [98, 150, 165, 176, 184, 314, 731, 732, 733, 734, 759, 794, 796, 874, 961, 980].

Gesteine. Buntsandstein, weisse, gelbliche bis rothe Sandsteine und Schiefer. Versteinerungen äusserst selten.

„Myophorienschichten“ [731]. Dunkle Kalksteine, dolomitische Breccien, Lauhawacken, Mergel, Sandsteine, Gips und Salzthon. Versteinerungen: *Myophoria costata* und *Natica Stanensis* etc., nur in den Kalken.

Muschelkalk, graue, blaue und röthliche Kalksteine, reich an Kieselausscheidungen. Die unteren, gewöhnlich wulstigen Kalke führen vorwiegend Gasteropoden (*Natica*

gregaria, *Halopella gracilior*) dann *Encrinus gracilis*. Der mittlere Horizont, aus hellgrauen Kalken bestehend, umschliesst viele Brachiopoden (*Rhynchonella decurtata*, *Spirigera* (*Retzia*) *trigonella*, *Spiriferina Mentzeli*, *Terebratula vulgaris* etc.). In den obersten Lagen erscheinen öfter gelbliche, sandig verwitternde Bänke mit vielen Cidarisstacheln. In den oberen, dunkelgrauen oder glaukonitischen Kalken mit grossen, linsenförmigen, oft zu perlschnurartigen Zügen zusammengewachsenen Kieselknollen, kommen Ammoniten vor. Über ihnen folgen öfter noch hellgraue, versteinungsleere, hornsteinführende Kalke mit grünen, thonigen Zwischenlagen. An den meisten Orten gehen diese letzteren allmählich in den Wettersteinkalk über; an einigen Punkten dagegen liegen zwischen diesem und dem Muschelkalk die vom Wettersteingebirge herüberstreichenden

Partnachsichten. Schwarze, schiefrige Thone im Wechsel mit dunkelfarbigem Kalkbänken (nur zwischen Thor- und Stuhlkopf entwickelt).

Wettersteinkalk. Das Gestein zeigt die gewöhnliche, charakteristische Ausbildungsweise. In der hinteren Karwendelkette führt er Bleiglanz und Zinkblende auf Spath-eisensteingängen.

Raibler-Schichten. Schwarze Thone, graue sandige Schiefer und Mergel, graue, von Schalenresten erfüllte Kalke, weisse Kalke mit Hornsteinausscheidungen, Dolomit, Dolomitbreccien und Rauhwacken. An Versteinerungen sind sie sehr reich, (*Ostrea montis caprilis*, *Pecten filusus*, *Gervillia Bouëi*, *Hoernesia Johannis Austriae*, *Fimbria* (*Corbis*) *Mellingi*, *Megalodon*, *Cidaris dorsata*, *Encriniten* u. v. a.)

Hauptdolomit in der gewöhnlichen Ausbildung. Da und dort stellen sich „Stinkkalke“ und Asphalt-schiefer mit Fischabdrücken (*Lepidotus*, *Semionotus*, *Eugnathus* und Coniferenzweige) ein. Nach oben geht er in plattigen Kalk, Plattenkalk, über, der *Megalodon triqueter*, *Avicula contorta*, *Rissoa* (*Halopella*) *alpina* und andere Rhätversteinerungen führt.

Kössener-Schichten. Dunkle, blaue und rothe Kalke und thonige Mergel, reich an Versteinerungen (*Gervillia inflata*, *Avicula contorta*, *Spirigera oxycolpos*, *Modiola Schafhäuteli*, *Cardita austriaca* etc.).

Dachsteinkalk. Weisser Kalk mit *Megalodon triquetter* und *Lithodendren*; nur im Oberauthale entwickelt.

Lias. Unterer Lias, weisse, gelbliche und rothe Kalke mit vielen Versteinerungen (*Rhynchonella gryphitica*, *Lima punctata*, Ammoniten). Mittlerer Lias, rothe Crinoidenkalke (*Apiocrinus amalthei*) mit der charakteristischen *Terebratula Aspasia*. Oberer Lias, rothe, breccienartige Knollenkalke und tiefrothe Mergelschiefer mit Ammoniten (*Lytoceras fimbriatum*, *Harpoceras bifrons*).

Jura. Aptychenkalk, rothe, grüne und graue Hornsteinbänke, ohne Versteinerungen, darüber hellgraue, dünnplattige, zerklüftete Kalkmergel mit grauen und schwarzen Hornsteinlinsen mit *Aptychus latus*, *punctatus*.

Kreide. Neocommergel, gelblich-weisse bis graue, dünn-schichtige bis schiefrige Kalkmergel, spärlich Versteinerungen führend.

Quartärbildungen. Es sind dies Moränen und zwar theils locale der ehemaligen Gletscher dieses Gebietes, theils fremde, von den mächtigen, aus den Centralalpen stammenden Gletscherströmen, welche bei Seefeld und Achensee die Nordalpen durchquerten, hierher geführte Schuttbildungen. Ausser diesen liegen in den meisten Thälern sehr mächtige Gehängeschuttmassen aus postglacialer Zeit.

Bau. Man kann vier ostwestlich streichende Gebirgszüge unterscheiden. Die Solstein-Gleirschkette zwischen Seefeld und Vomp, gegen Süden vom Inn, gegen Norden vom Hinterau- und Vomperthale begrenzt; den hinteren Karwendelzug zwischen Scharnitz und Jenbach, an den obigen sich gegen Norden anschliessend und von dem folgenden Gebirgszuge getrennt durch das Karwendelthal und die auffallende Depression, die man von der Hochalm längs der nach Norden steil abstürzenden hinteren Karwendelkette bis zum Lamsenjoch bemerkt; von dort übernimmt das Stallenthal die Scheidung. Nördlich von dieser Linie liegt die vordere Karwendelkette, die von Scharnitz-Mittlenwald bis zum Johannisthal ununterbrochen, von dort durch grosse Querthäler durchfurcht, bis zum Stanserjoch fortsetzt. Von der vierten Zone, dem Karwendel-Vorgebirge,

trennt sie eine Linie von Mittenwald über die Kälberalpe, Vereinsalpe, Hinterriss, das Plumserjoch zum Pletzachtale. Gegen Westen und Norden wird die letztgenannte Zone von der Isar, gegen Osten vom Achensee und dem Achenbach begrenzt. In den drei ersten Gruppen herrscht der Wettersteinkalk, in der letzten der Hauptdolomit.

Der Bau des Gebirges ist ein ausserordentlich complicierter und kann hier mit wenigen Strichen kaum gezeichnet werden. Die drei nördlichen Ketten hat Rothpletz [731] in vortrefflicher Weise geschildert. Wir können hier nur einige der wesentlichsten Momente hervorheben. (Vgl. Profil 32 und 112). Das Hauptstreichen erfolgt von Westen nach Osten, die Fallrichtung ist verschieden, Südfallen herrscht vor.

Der Wettersteinkalk der hintern Karwendelkette bildet für sich den Südflügel einer grossen Aufwölbung. Längsbrüche lösen ihn in mehrere Schollen auf, an Querbrüchen erfolgten Verschiebungen meist in der Art, dass die östliche Scholle mehr gehoben ist, als die westliche.

Der Wettersteinkalk der vordern Karwendelkette stellt im Grossen und Ganzen ein steiles Gewölbe dar. Dasselbe ist am Westende, zwischen Scharnitz und Mittenwald, und am Ostende, im Stanerjoch noch ziemlich erhalten, dazwischen aber ausserordentlich stark gestört. Es erscheinen vom Thorkopf, südlich von Hinterriss, gegen Osten zwei Wettersteinkalkzüge, die gegen Norden in der Weise umgelegt sind, dass die älteren Sedimente, Partnachsichten und Muschelkalk über dem Wettersteinkalke liegen (vgl. das Profil 32). Sehr auffallend ist südlich von diesen beiden Zügen eine Zone tiefer Einbrüche, wodurch in einem Streifen östlich von der Hochalm bis an die Quellen des Falzthurnthales rhätische und Juraschichten zwischen den hoch aufgethürmten Wettersteinkalk eingeklemmt wurden. Für sich betrachtet ist aber der eingesunkene Streifen eine antiklinale Aufwölbung, deren First eingebrochen ist. Man kann den Wettersteinkalk des hintern Karwendelzuges als den noch hochaufragenden Südschenkel dieses Gewölbes betrachten. Die von der Hochalm gegen Osten ziehende Steilwand des Wettersteinkalkes stellt die abgewitterte südliche Bruchfläche dar, längs welcher der First, der Jurastreifen in der auffallenden Terraindepression Ladiz-Laliders-Binsalpe, in

die Tiefe gesunken ist. Auf diesen Gewölbeshenkel folgt im Süden, dem Hinterau-, Lafatscher- und Vomperthal entlang eine theilweise mit Raibler-Schichten und Hauptdolomit erfüllte Mulde.

Das Karwendel-Vorgebirge wird wesentlich aus Hauptdolomit aufgebaut. In ihm verläuft eine langgestreckte Mulde vom Marmorgraben bei Mittewald über die Vereinsalpe und dann, etwas nach Norden verschoben, über Hinterriß bis ans Pfonsjoch, wo sie neuerdings nach Norden umbiegt und endlich bei Achenkirchen das Achenseequerthal erreicht. Die beiden Flügel dieser, gegen Osten an Breite zunehmenden Mulde werden vom Hauptdolomit, der Kern von Kössener-Schichten, Lias-, Jura- und Kreide- (Neocom-) Sedimenten gebildet. Sie ist theilweise nach Norden umgekippt, so dass in beiden Schenkeln Südfallen herrscht. Die Mulde wird wiederholt von Querbrüchen durchsetzt, an welchen östlich successive fortschreitend Horizontal-Verschiebungen gegen Norden stattfanden. Besonders stark ist die Zertrümmerung im Osten an der nördlichen Umbiegung der Mulde zwischen Pfonsjoch und Juifen [733]. An der östlichen Umbiegung gegen Achenkirchen zerfällt die Mulde durch einen von Osten her eingetriebenen Keil von Hauptdolomit in zwei Theile.

Vom südlichsten Theile des Karwendelgebirges, von der Solstein-Gleirskette, lagen bisher nur ältere Aufnahmen vor. In neuerer Zeit fand auch diese Gruppe eine vortreffliche Bearbeitung [980], nach welcher die folgende Skizze gezeichnet ist. Da sich nicht unbedeutende Abweichungen gegenüber den nördlich folgenden Ketten ergeben, soll hier die Gesteinsfolge in diesem Abschnitte gesondert aufgeführt werden.

Buntsandstein: rothe, grünliche, weissliche Sandsteine, rothe Schiefer.

Reichenhaller-Schichten (Myophorienschichten): Rauhwacken, dunkle Dolomite, Kalke und Mergel.

Hierin der Haller Salzstock (Gips, Anhydrit, Salzthon), der ganz unter den Muschelkalk- und Wettersteinkalkmassen des Wildangergebirges liegt. Die Verhältnisse in der Mitterberger Runse und am Issjöchl, welche das Salzlager in

die Raibler-Schichten zu verweisen scheinen, erklären sich einfacher durch lokale Störungen.

Muschelkalk: Graue, geschichtete, knollige Kalke mit *Gyroporella aequalis* und Korallen, darüber hellgraue Crinoidenkalke mit Brachyopoden (*Waldheimia angustaeformis*, *Rhynchonella decurtata*, *Spirigera (Retzia) trigonella*, *Spiriferina Mentzeli* etc.), darüber hellgraue bis rothe, Hornstein führende Knollenkalke mit Mergelschlieren („Draxlehner-Kalk“) oder dunkle, feinwulstige Kalke (mit *Arcestes Studeri*, *Nautilus Pichleri*, *Ceratites binodosus* dann, *Encrinus liliformis*, *Daonellen* etc. etc.).

Wettersteinschichten. Hier sind an verschiedenen Stellen verschiedene Faciesentwickelungen zu unterscheiden.

1. **Karwendelentwicklung:** Über Muschelkalk graue Kalke mit Partnachversteinerungen („Partnachkalk“, unterer Wettersteinkalk), hellgrauer, echter Wettersteinkalk, Raibler-Schichten.

2. **Innthalentwicklung.** Über Muschelkalk dunkle Mergel und Kalke der Partnach-Schichten, grauer Dolomit (an Stelle des Wettersteinkalkes), Raibler-Schichten. Diese Facies bildet wahrscheinlich die westliche Fortsetzung der im untern Innthale beobachteten Entwicklung: Werfener-Schichten „Ramsaudolomit“, Dachsteinkalk [911].

Raibler-Schichten in der gewöhnlichen Entwicklung (Sandsteine, Kalke, Rauhacken, Dolomite, letztere in grosser Ausdehnung).

Hauptdolomit mit den Fischechiefern und Asphalt. **Kössener-Schichten.**

Liaskalke und Fleckenmergel (am Waldergebirge).

Glacialdiluvium und zwar:

1. Moränen (Grundmoränen) verschiedenen Alters.
2. Schuttmassen, theils älter und verkittet (interglaciale Breccien), theils jünger.
3. Geschichtete Flussablagerungen (Schotter, Sand und Lehm).

Postglaciale und recente Ablagerungen: Schuttkegel und Flussalluvionen.

Der Bau (vgl. die Schnitte 26—29) ist, besonders im südlichen Abfall der Kette gegen das Innthal, ein recht complicierter. Für die richtige Deutung der Verhältnisse war vor allem die Erkenntnis eines auffallenden Facieswechsels zwischen Muschelkalk und Raibler-Schichten entscheidend. In den nördlichen Ketten des Karwendelgebirges treten die Partnach-Schichten fast vollständig zurück; über dem Muschelkalk folgt der Wettersteinkalk und über diesem die Raibler-Schichten. So hält es an bis zum Solstein-Hallthalkamme, doch treten hier im untern Theile des Wettersteinkalkes graue Kalke mit Partnachversteinerungen auf, unter denen der Muschelkalk liegt. Denkt man sich nun die südlich dieses Kammes am Gebirgsabhange gegen das Innthal folgenden Schollen in ihrer ursprünglichen Lage dem nördlichen Theile angefügt, so erhält man aus ihrer Schichtenfolge die Vorstellung, dass einerseits der Wettersteinkalk gegen Süden rasch auskeilt, andererseits die Partnach-Schichten an Mächtigkeit gewinnen. So kommt es, dass im südlichsten Theile der Karwendelgruppe die Raibler-Schichten unmittelbar über den Partnach-Schichten zu liegen kommen. An Stelle des Wettersteinkalkes stellen sich in diesen beiden Schichtkomplexen reichlich Dolomite ein.

Die im nördlichen Karwendelgebiete auftretenden Störungen, Bruchbildung und Faltung, setzen sich auch ins südliche fort. Während jedoch im Hinterau- und Gleirschthalgebiete Brüche und Faltung gut zu übersehen sind, verstärken sich diese Erscheinungen gegen das Innthal hin ausserordentlich; gleichzeitig verwehrt die reichliche Schuttdecke vielfach den Einblick in den Bau. Dieser Umstand, in Verbindung mit dem geschilderten Facieswechsel, erklärt die bisherige Unklarheit der Vorstellungen über den Aufbau der Solsteinkette am Innthalabhange. Die erwähnte Arbeit hat hierin Ordnung geschafft.

Wir können in diesem Gebirgsabschnitte drei Gebiete unterscheiden. Den Westen beherrscht eine grosse tief abgesunkene Scholle von Hauptdolomit; wir nennen sie die Seefelder-Scholle. Daran schliesst sich gegen Osten eine

lange, dreieckige Scholle, die vorwiegend aus Wettersteinkalk aufgebaut ist; nahe den Ecken stehen der Solstein, das Speckkargebirge und der Hohe Gleirsch. Der südliche Abfall der Solstein-Speckkar-Kette gehört dem dritten Gebiete an. Hier liegen bunt durcheinander geworfen sämtliche Triasglieder und selbst noch Lias- und Jura-gesteine sind in kleinen Resten erhalten. Glaciale Sedimente und postglaciale Schuttbildungen erreichen hier eine grosse Ausdehnung.

Die Seefelder Scholle besteht aus Hauptdolomit, dem die bekannten Fischschiefer in drei Zügen (Asphaltfabrik-Reiterspitz, Seefelder Joch, Steinölbrennerei-Eppzirlthal) eingelagert sind. Unter dem Dolomit tauchen am Süd- und Ostrande der Scholle Raibler-Schichten auf. Die grosse Dolomitmasse erweist sich bei näherem Zusehen als aus mehreren für sich gefalteten Schollen zusammengesetzt.

Das Wettersteinkalkgebirge baut sich aus mehreren west-östlich in die Länge gestreckten Schollen auf. Die nördlichste, die Gleirschkamm-Bettelwurf-Scholle ist eine mächtige, vielfach zertrümmerte Falte. Den Hauptgebirgskamm bildet eine hohe Aufwölbung des Wettersteinkalkes; am Nordabhänge gegen das Hinterauthal schmiegt sich eine eng zusammengepresste Mulde von Raibler-Schichten und Hauptdolomit an, die im Vomperthal allmählich verschwindet. Dieser Mulde gehören die allbekannten Muschel-marmorschichten (Gschnir, Lavatscher-Joch, Haller Anger) an. Die mittlere Scholle erstreckt sich vom Solstein über den Innthalkamm zum Wildangergebirge. Am Solstein ist ein vollständiges Wettersteinkalkgewölbe erhalten; vom Brandjoch gegen Osten aber fehlt der Südschenkel und die Erosion hat hier die tieferen Theile des Gewölbes blossgelegt (Partnachkalke, Muschelkalk, Buntsandstein). In den tiefsten Schichten des Muschelkalkes (Reichenhaller-Schichten „Myophorien-Schichten“, Rothpletz), an der Grenze gegen den Buntsandstein, liegt der Haller Salzstock am Fusse des Wildangergebirges gegen das Hallthal. Eine dritte, den steil aufgerichteten Südschenkel einer Wettersteinkalkmulde bildende Scholle finden wir am Höchenberg; sie erreicht ihr Ende am Höttinger Graben.

Im dritten Gebiete finden wir, wie erwähnt, sehr complicierte Gesteins- und Lagerungsverhältnisse.

Wenn wir von Einzelheiten absehen, können wir zwei, unter das Wettersteinkalkgewölbe des Innthalkammes eingepresste Schollen unterscheiden. Die eine zieht von Kranebitten durch den Höttinger- und Mühlauergraben nach Tauer. Sie besteht wesentlich aus Werfener-Schichten, Myophorien-Schichten, Muschelkalk, Partnach-Schichten und Dolomit und Raibler-Schichten; der Wettersteinkalk fehlt dieser Schichtenfolge. Die andere schiebt sich keilförmig zwischen diese und die am Wildangergebirge emporgehobene Scholle der Innthalkette ein. Sie beginnt an der Vintlalpe, baut die Zunderköpfe auf, durchquert das Hallthal und setzt über das Walderjoch zum Vomperbach fort. An der Südflanke der Zunderköpfe finden wir in ihr noch aufgeschlossenen Muschelkalk, dann ein schmaler Zug Wettersteinkalk und Raibler-Schichten, darüber die Masse des Hauptdolomits. Dieser senkt sich gegen Osten ab, so dass die eben erwähnten tiefern Triasglieder östlich vom Hallthal durch die diluviale Gnadewalderterrasse verdeckt werden. Dafür erscheinen über dem Hauptdolomit am Südabhange des Hohen Fürlegs, an der Walderalpe und im Vomperthale, Kössener-, Lias- und Jura-Schichten.

Ausser den eben erwähnten glacialen Schottern des Gnadewaldes finden wir am Gehänge gegen das Innthal und am Fusse des Gebirges reichlich Glacialgebilde ausgebreitet. Die interglaciale Höttingerbreccie bedeckt allenthalben die Gehänge nördlich von Innsbruck, glaciale Schotter und Moränen bilden die Terrassen im Norden der Stadt, mächtige, postglaciale Schuttkegel bauen sich in die alluviale Innthalsohle herab.

6. Brandenberger Gruppe.

Umgrenzung: Achensee, Oberachenthal. Ampelsbachertal, Fitzbach, Sattelbach, Bairachbach, Marchbach, Ackern, Stallenbach, Landl, Thierseeache, Klausenbach,

Kufstein, Unterinntal bis Jenbach, Kasbach, Achensee. [98, 150, 165, 271, 272, 276, 306, 587, 589, 646, 647, 648, 649, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 813, 911].

Gesteine. Wettersteinkalk, in der gewöhnlichen Entwicklung. Er baut den Unnutz sowie die Berge in der nördlichen Umgebung von Steinberg auf, zieht sich dann als langgestreckter Zug quer durch das Brandenbergerthal zum Nachberg und Hundsalmjoch über der Angerbergterrasse und weiter übers Kegelhörndle zum Pendling. An der Lachwaldspitze bei Maurach steht ebenfalls noch Wettersteinkalk als östlichster Ausläufer des südlichen [Zuges im Karwendelgebirge an.

Raibler-Schichten. Sie umsäumen als schmales Band in der gewöhnlichen Entwicklung den Wettersteinkalk gegen den Hauptdolomit. An der Nordgrenze und am Pendling fehlen sie.

Hauptdolomit. Er tritt in der bekannten Form als Hauptgestein der ganzen Gruppe auf und umsäumt den erwähnten Wettersteinkalkzug im Süden und Norden. In den höheren Lagen entwickelt sich aus ihm ein mitunter sehr mächtiger Complex von Plattenkalk.

Kössener-Schichten, dunkelgraue Mergel, die den nördlichen Hauptdolomitzug gegen die langgestreckte Mulde jüngerer Sedimente begrenzen, welche vom Achensee bis zum Inn nördlich von Kufstein zieht. Im Stocke des Sonnwendgebirges bilden sie in vorherrschend kalkiger Entwicklung und in meist flacher Lagerung die Unterlage der folgenden Gesteine.

Dachsteinkalk und Liaskorallenkalk. Im Sonnwendgebirge folgt über den Kössener-Schichten ein weisser, oft roth geadarter Kalk, dessen tiefere Lagen wegen der darin enthaltenen Dachstein Bivalve als Aequivalente des Dachsteinkalkes angesehen werden, während die höheren eine Korallenriffbildung der Liaszeit sind.

Adnether-Kalk, bunte Cephalopodenkalke, rothe Crinoidenkalke, im Rofangebirge und der langgestreckten Mulde im Norden der Gruppe.

Aptychen-Schichten, rothe, grüne, graue Hornsteinkalke und -Breccien sowie graue, hornsteinführende

Kalkmergel. In der nördlichen Mulde und im Sonnwendgebirge.

Neocom-Mergel, hellgraue, dünn-schichtige, weiche Mergel, leicht verwitternd, mit Ammoniten. Im Kern der nördlichen Mulde.

Gosaubildungen, gelbliche, graue Sandsteine und Mergel, rothe Conglomerate, im Brandenburg und einigen anderen Punkten.

Tertiär. Am Angerberg im Innthale kommen graue, sandige Mergel, Sandsteine und Conglomerate an Hauptdolomit angelagert vor. Sie führen fast keine Versteinerungen, scheinen aber jünger, als die Häringer-Schichten zu sein.

Quartär. Conglomerate und Breccien stellenweise im Innthale, glaciale Terrassenschotter und Moränen an der Angerbergterrasse und im Thierseethale, Flussalluvionen.

Bau. Die ganze Gruppe beherrscht eine gewölbeförmige Auffaltung des Wettersteinkalkes. Dieselbe zieht vom Unnutz am Achensee und Guffert im Steinberg zum Pendling bei Kufstein. Auf dem Südschenkel des Gewölbes folgen Raibler-Schichten und mächtiger Hauptdolomit, welcher das ganze Gebirge zwischen dem Achensee und Breitenbach beherrscht. Östlich davon findet er sich am Innthalgehänge längs einer Bruchspalte an den Wettersteinkalk angeschoben bis Kufstein. Über dem Hauptdolomit, welcher östlich vom Achensee den Grundstock des Sonnwendgebirges bildet, folgen in meist flacher, stellenweise aber auch starkgestörter Lagerung Plattenkalk und Kössener-Schichten, darüber weisse Riffkalke, an die sich rothe Liaskalke anlagern. Über diesen liegen stellenweise hornsteinführende Aptychen-Schichten. Südlich vom Sonnwendgebirge erhebt sich, längs einer Bruchspalte herangeschoben, an der Kirchenspitz (Lachwaldspitz) Wettersteinkalk als Fortsetzung des Stanerjochgewölbes; in kleineren Resten findet man diesen Wettersteinkalkzug noch am Südhang des Voldeppberges.

Der Nordschenkel des grossen Wettersteinkalkgewölbes Unnutz-Pending wird von einer Bruchlinie abgeschnitten. Jenseits derselben folgt südlich fallender Hauptdolomit. Es ist dies der Südschenkel der nach Norden übergeschlagenen Mulde, die, als Fortsetzung der Mulde im Karwendelvor-

gebirge, im Achenthale zwischen Achenkirch und Achenwald beginnt und an der Nordgrenze der Brandenberger Gruppe bis Kiefersfelden bei Kufstein zieht. Unter dem Hauptdolomit folgen, ebenfalls südlich abfallend, Kössener-Schichten, Lias, Aptychen-Schichten und im Kern der Mulde Neocommergel. Am Nordflügel der Mulde wiederholen sich dieselben Schichten in absteigender Reihenfolge; die Kössener-Schichten ruhen auf dem südlichen Hauptdolomitzug der altbayerischen Alpen (Profil 23). In der Gegend von Hinterthiersee bis Kiefersfelden wird diese Mulde durch einen Bruch schief abgeschnitten und der südliche Hauptdolomit tritt dadurch unmittelbar in Contact mit den Neocommergeln.

Discordant ruhen als Reste von Ablagerungen in Buchten des zur jüngern Kreidezeit bereits erhobenen Gebirges an mehreren Punkten Gosau-Schichten auf. So im Sonwendgebirge unterhalb der Mauritalpe, auf der Alpe Ladoi und Pletzach, in der Umgebung von Brandenberg und an der Brandenberger Ache bei der Eimmündung des Weissenbaches, am Larchberg u. s. w.

Am Südfusse des Angerberges, der Terrasse im Innthale zwischen Kramsach und Langkampfen, deren Grundstock aus Hauptdolomit besteht, finden sich jungtertiäre Sedimente aufgelagert, überdeckt von Glacialdiluvium, welches letzteres auch im Thierseethale und bei Brandenberg reichlich vorkommt. Zwischen Jenbach und Maurach sperren die Glacialschotter das ehemals gegen den Inn sich öffnende Achenseethal ab und haben dadurch die Bildung des Achensees verursacht. Unter ihnen ruht der alte, conglomerirte Schuttkegel des Achenseethales.

7. Kaisergebirge.

Umgrenzung: Inn von Wörgl bis Ebbs, Jenbach, Walchsee, Weissen Bach, Kössener Thal, Leukenthal bis St. Johann i. T., Reitner Ache, Söllland, Wörgl. [115, 130, 167, 274, 306, 377, 759, 774, 795].

Gesteine. Werfener-Schichten, rothe, thonige Sandsteine und schiefrige Mergel, am Südfusse, von Wörgl bis St. Johann i. T. — Muschelkalk, dunkle Kalke und Rauh- wacken, ebendort und am Nordfusse bei Walchsee. Part- nach-Schichten, „Partnachdolomit“ *). Letzterer ent- spricht hier wohl sicher dem, was heute „Ramsaudolomit“ genannt wird. — Wettersteinkalk, in der gewöhnlichen Ausbildung, sehr hell gefärbt, Gipfelgestein des Wilden und Zahmen Kaisers. — Raibler-Schichten in der gewöhn- lichen Entwicklung. — Hauptdolomit desgleichen, zwischen beiden Wettersteinkalkzügen von Kufstein durchs Kaiserthal ins Kohlthal und an die Grosse Achen zwischen Erpfendorf und Kössen streichend. Diese Gesteine haben den Hauptantheil am Aufbaue.

In geringerer Ausdehnung kommen vor: Jura-Apty- chen-Schichten und Kreidegesteine (Neocom), am Eiberg südlich von Kufstein.

Tertiärgesteine (Oligocän), im Walchseethale und in der Terrasse von Häring im Innthale, beide discordant über älteren Schichten. Es sind Ablagerungen in einer Meeresbucht und zwar theils Conglomerate, Sandsteine und Mergel (Cementmergel), theils bituminöse Kalke mit vielen Versteinerungen. Die Ablagerungen bei Häring enthalten bekanntlich das abbauwürdige Kohlenflötz.

Glacialdiluvium. Allenthalben verbreitet; erratische Geschiebe finden sich bis 1400 m hoch.

Bau. Im Grossen und Ganzen ist der Bau des Kaisergebirges ein einfacher. Es wird beherrscht von einer westöstlich streichenden Mulde von Trias-Schichten. Die hoch aufgebogenen Ränder der Mulde werden vom Wetter- steinkalk des Zahmen und Wilden Kaisers gebildet; am Nordabhange des ersteren und am Südabhange des letz- teren tauchen unter dem Wettersteinkalke ältere Trias-

*) Diese Schichten, welche in der Darstellung Mojsisovics' [306] eine grosse Rolle spielen, werden von spätern Beobachtern vielfach anders gedeutet. Da wir jedoch rücksichtlich des westlichen und nördlichen Theiles des Kaisergebirges haupt- sächlich auf Mojsisovics angewiesen sind, können wir dieser Bezeichnungsweise nicht entzathen.

sedimente hervor. Die Mulde kleiden Raibler-Schichten aus, in denen als Kern der Hauptdolomit liegt. Vgl. Profil 22. Die genannten jüngeren Sedimente lagern sich discordant an die Triasgesteine. Viel Streit hat das Profil am Südabhange des Wilden Kaiser hervorgerufen. Unter Annahme einer ungestörten Schichtenfolge kam G ü m b e l [377] zur Vorstellung, dass nicht bloss über dem Wettersteinkalk der Hochgipfel, im Kaiserthale, sondern auch unter demselben, am Südabhange, Cardita-(Raibler)-Schichten liegen. Spätere Beobachter [759, 795] nahmen zur Erklärung dieser Erscheinung eine Verwerfung an Rothpletz [874] hat sodann diese Verwerfung aufgefunden und ausserdem noch gezeigt, dass der Süd- und Ostabhang des Wilden Kaiser von mehreren Bruchspalten durchsetzt ist. Hienach hat das Gebirge folgenden Aufbau. Der Wettersteinkalk, welcher die schroffen Hochgipfel des Wilden Kaiser aufbaut, bildet den Südflügel der grossen Mulde, in welcher das Kaiserthal liegt und deren Gegenflügel der Zahme Kaiser ist. Regelmässig folgen auf ihn als Muldenausfüllung Raibler-Schichten (Sandsteine und Kalke) und Hauptdolomit. An dem Fusse der südlichen Steilwände liegt eine mattenreiche Hochterrasse, die Grossboit-Terrasse. Sie besteht aus Thonen, Mergeln, Rauhwacken und Sandsteinen mit Raibler Versteinerungen [759] und einer Decke von Hauptdolomit. Die Schichten fallen flach nach Norden (vgl. die Prof. 30) und sind durch die eben erwähnte, ostwestlich streichende Verwerfung von den Steilwänden des Wettersteinkalkes getrennt. Parallel mit dieser Bruchlinie läuft weiter im Süden eine zweite verticale Längsspalte. Südlich von ihr stehen die Schichten vom Wettersteinkalk, der in einer kleinen Partie noch sichtbar ist, und dem Muschelkalke, der den Hauptantheil an dem südlichen Rande der Grossboit-Hochterrasse hat, bis zu den Werfener-Schichten des Ellmauer Sattels fast durchwegs in saigerer Stellung an.

Östlich von der Maukspitz zieht eine südnördliche Querwerfung durch. An ihr ist das östliche Gebirge um ca. 1500 m abgesunken (vgl. Schnitt 31) und es stossen Wettersteinkalk und Hauptdolomit, Raibler- und Kössener-Schichten (an der Lärcheckalpe) unmittelbar an einander. „Ein ähnliches staffelartiges Absinken macht sich auch am

Westrande des Leukenthales bemerkbar, wo die kleine Thalterrasse von Lietzelfelden, auf der die Fahrstrasse ins Kohlthal hinzieht, aus flach wellig gebogenen Kössener-Schichten besteht, an welchen im Westen die alten Triasablagerungen des Schatterberges unmittelbar angrenzen, so dass die Senkung im Osten dort ebenfalls etwa 1500 m betragen haben muss.“

In der Gruppe des Schnappenberges und des Unterberghorns herrscht Hauptdolomit; er ist durch die nördliche Fortsetzung der eben erwähnten Querbrüche dem Kohlthale entlang von dem Hauptdolomit des Hochalpspitz und Scheibenkogl (Kaiserthal-Mulde) getrennt. Am Südabhange des Schnappenberges verzeichnen die Karten ältere Triasglieder. (Raibler-Schichten, „Partnachdolomit“ = Ramsaudolomit?) Im Norden bei Schwendt findet man kleine Reste rother Liaskalke und, discordant angelagert, kohleführende Tertiär-Schichten. Westlich davon schneidet dem Habersauer Thale entlang bis zur Hochalpe eine Bruchspalte durch, längs welcher der Hauptdolomit an die ältern Trias-Schichten (Muschelkalk, Partnach-Schichten, Partnachdolomit, Raibler-Schichten und Wettersteinkalk, am Habberg, am „Jöchl“ und am Rosskaiser [306]) gerückt ist. Die Fortsetzung dieser Querbruchspalte findet sich vom Brentenjoch über die Steinberger Alpe nach Eiberg und Häring. An ihr stösst der Hauptdolomit der Kaiserthalmulde an den Wettersteinkalk des steil abbrechenden Scheffauer und weiter südlich an die über den Hintersteinersee von Osten herüber zum Bölfstreichenden untern Trias-Schichten („Partnachdolomit“ = Ramsaudolomit?). Ihr parallel streicht im Norden des Gebirges von der Kaiserthalmündung bei Sparchen nach Durchholzen im Walchseethale eine Bruchlinie, welche den Wettersteinkalk des Zahmen Kaisers mit dem Hauptdolomit des Walchseethales in Berührung bringt.

8. Vilser Gebirge.

Umgrenzung. Haitlern, Vilsbach, Tannheimerthal, Pass Gacht, Weissenbach, Lech bis Füssen, Weissensee, Haitlern. [47, 165, 166, 179, 180, 311, 325, 551, 595, 678, 795, 889].

Über dieses Gebiet besitzen wir eine treffliche Monographie [678], welcher die folgende Darstellung im wesentlichen entnommen ist.

Gesteine. Muschelkalk, bituminöse, dunkelfarbige, dünnplattige Kalke mit Mergelzwischenlagern, die nach oben häufiger werden; im Liegenden erscheinen hellere Dolomite; Versteinerungen selten.

Cassianer-Schichten. Dunkle, schiefrige, mürbe Mergel mit gelben, grauen oder dunkelblauen Kalkzwischenlagen, mit Hornsteinknollen; Versteinerungen selten.

Wettersteinkalk. In der gewöhnlichen Ausbildungsweise, da und dort (Taurahütte am Söbenspitz und Greng bei Musau) Brauneisensteinreste enthaltend. Versteinerungen, ausser den häufigen Lithodendren und der *Gyroporella annulata*, selten.

Raibler-Schichten. Dünnplattige, dunkle Kalksteine, bituminöse, schwarze, eisenkiesreiche Schieferthone, schiefriger Sandstein mit undeutlichen, verkohlten Pflanzenresten. Da und dort Gips und Rauhacken; Versteinerungen selten.

Hauptdolomit. Dünnbankiger, gelblich-grauer bis dunkelgrauer, in der Regel bituminöser Dolomit, gewöhnlich breccienartig zerklüftet. An der Basis öfter Rauhacken; versteinungsleer.

Kössener-Schichten. Dunkle, schiefrige Mergel wechsellagernd mit dunkeln Kalksteinbänken. Versteinerungen (*Terebratula gregaria*, *Avicula contorta*, *Gervillia inflata*, *Mytilus minutus* etc.) nicht selten.

Dachsteinkalk. Weisse, graue bis rothe, dickbankige Kalksteine; Versteinerungen äusserst selten.

Jura. Die Juraablagerungen kommen, räumlich getrennt, in einer Kalk- und in einer Mergelfacies vor. Die erstere, reich an Brachiopoden, zieht von Hohenschwangau über den Rangen, Rothenstein und Ächseln zum Bösen Tritt, die zweite, ausgedehntere vertheilt sich auf das übrige Gebiet.

Lias, Kalkfacies. Tuberculatusschichten, graue Mergelkalke oder weisse und rothe, dünnplattige Kalke mit Kieselausscheidungen (*Pentacrinus tuberculatus* u. a.). Hierlatzkalk, weiss, roth, dickbankig; Versteinerungen nur stellenweise häufig (Böser Tritt, Quelle des Reichenbaches).

Mergelfacies (Fleckenmergel, Algäu-Schiefer). Dunkelgraue, weiche, schiefrige Mergel wechselnd mit dünnplattigen, blaugrauen Kalken. Ammoniten am Magnusacker und Eldernbach, Fucoiden.

Dogger, Kalkfacies. Weisse Kalke („Vilser-Kalk“) aus Molluskengehäusen bestehend, die durch stängeligen Kalkspath verbunden sind, oder reine Crinoidenbänke, reich an Versteinerungen. Am bekanntesten sind die fast ausschliesslich aus *Terebratulula pala* und *antiptecta* und *Rhynchonella Vilsensis* bestehenden Kalke vom Legam bei Vils.

Mergelfacies (Aptychenmergel). Lichtgraue, weissliche, grünliche, röthliche, dünnplattige bis schiefrige Kalkmergel, dann und wann mit Hornsteinlinsen, *Aptychus punctatus*.

Kreide. Entwickelt sind Neocom, concordant auf den Aptychenschichten, Gault und Cenoman, discordant auf den ältern Schichten. Neocommergel, sehr thonreich und leicht verwitternd, *Ammoniten* und *Aptychus Didayi*. Gaultmergel, weich und dunkel, polygonal zerklüftet, fast massig erscheinend; sie enthalten nicht selten Kugeln erdigen Baryts. Versteinerungen meist schlecht erhalten, *Ammoniten*, *Inoceramus sulcatus*. Cenoman, grobe Breccien und Conglomerate vorwiegend aus Hauptdolomit-Bruchstücken, da und dort sandige Kalkbänke und gelbliche Mergel mit Pflanzenresten.

Flysch. Sandige, raue Schiefer, Quarz, Feldspath und Glimmer führend, auf den Aptychenschichten am Fusse des Schuttschroffen und der Rothfluh liegend.

Quartär. Es besteht aus mächtigen Moränen und Gehängeschuttmassen in den Seitenthälern (Reichenbach, Kühbach, Hundsarschbach, Sabach) und den terrassierten Alluvionen des Lech und der Vils.

Die Verbreitung dieser Schichten ist aus der Kartenskizze 39 zu entnehmen. Es ist zu beachten, dass, soweit die heutige Verbreitung der Schichten zu erkennen gestattet, bereits zur Zeit der Ablagerung räumlich getrennt verschiedenartige Bildungen gleichzeitig entstanden sind. Bis zum Rhät herauf scheint es zwar, als ob die Kalk- und Mergelfacies auf dem ganzen Gebiete nur zeitlich getrennt, also übereinander liegend, vorkäme, mit dem

Rhät jedoch beginnen gleichzeitig, also nebeneinander liegend, beide Facies aufzutreten. Eine genauere Verfolgung der Verbreitung derselben ist hier nicht durchführbar, doch mag hervorgehoben werden, dass zur Liaszeit die Zone der Kalkfacies von Hohenschwangau gegen Westen bis zum Aggenstein eine Barriere bildete, von welcher nördlich und südlich die Mergelfacies sich ausbreitete. Ähnliche Verhältnisse erhielten sich während der Jurazeit. Anders ist es zur Kreidezeit. Die Neocommergel reichen von Norden her nur bis zur Kalkbarriere, die Gaultmergel dagegen greifen darüber hinaus etwas weiter nach Süden vor und liegen dort auf Jura und Lias. Das Cenoman hinwiederum ist auf das Gebiet im Norden der Vilser Voralpen beschränkt. Der petrographische Habitus dieser Gesteine weist auf Uferbildungen hin, so dass die Annahme gerechtfertigt ist, dass zur Zeit dieser Absätze das weiter südlich liegende Gebiet Land geworden war.

Bau. Der Aufbau der Gebirgsgruppe ist ein äusserst complicierter (vgl. die Übersichtskarte 39 und das Profil 40). Das Gebiet ist von mehreren östwestlichen Längsspalten durchsetzt, an denen verticale Verschiebungen stattgefunden haben. Quer gegen dieselben streichen sodann jüngere Spalten, wodurch das ganze Gebiet in eine grössere Zahl von Schollen und Schöllchen zerfällt, die sowohl in verticaler wie horizontaler Richtung gegen einander verschoben sind. Zwischen einigen gehobenen Hauptschollen bemerkt man tief abgesunkene und eingekeilte Gebietsstreifen; die heutige Oberfläche der letzteren wird fast nur aus jurassischen mannigfach zusammengepressten und gefalteten Mergeln gebildet. Von den gehobenen Schollen stellen die beiden mittleren grosse Mulden dar, während in der südlichen vorwiegend südliche, in der nördlichen theils südliche, theils saigere Schichtenlage herrscht.

Man kann besonders zwei Streifen tiefer Einsenkungen unterscheiden. Es ist dies einerseits die „Vilser Scholle“, welche dem Vilsthale entlang zum Schwansee streicht. Die zutage tretenden Formationen gehören Lias, Jura (und Kreide) an. Andererseits streicht eine ähnliche Depression von Reutte über den Haldersee nach Schattwald (A s c h-

auer Scholle, Grüner Scholle). Zwischen beiden liegt ein hocherhobenes Gebiet (Reintal-Aggenstein-Einstein-Scholle), in welchem Triasgesteine herrschen. Nördlich von der Vilsthalscholle streicht ein ähnlicher aber viel schmalerer, hochaufragender Gebirgsstreifen, die „Füssener Scholle“. Im Süden taucht an der Gaichtspitzscholle neuerdings tiefere Trias empor.

Bezüglich des Alters der erwähnten Störungen ist hervorzuheben, dass die Längsspalten zum Theil ein hohes Alter besitzen und zu jenen Störungen gehören, welche seit der Rhätperiode das Gebiet getroffen und die Faciesverschiedenheit mit veranlasst haben. Die meisten jedoch sind in miocäner Zeit aus Anlass der Erhebung des Alpengebirges entstanden. Die Querspalten dagegen sind, mit wenig Ausnahmen, jünger als die Längsspalten.

Interessant ist der klare Zusammenhang der orohydrographischen Verhältnisse mit dem geologischen Gebirgsbau. Der Faulenbach folgt dem Zuge der Raibler-Schichten, die Vils liegt im Senkungsfeld der Vilserscholle, das Reintal ist ein ausgesprochenes Muldenthal. In diesen Thälern oder deren geotektonischer Verlängerung liegen Seen; so im Faulenbachthale der Allat- und Obersee, im Thale der Vils das ausgefüllte Seebecken von Vils und in der östlichen Fortsetzung der Depression der Vilserscholle der Schwansee; im Tannheimerthale der Haldensee. In der Fortsetzung der Reintalmulde der ausgetrocknete See von Pinzwang u. dgl. m.

9. Ammergauer Alpen.

Um g r e n z u n g. Füssen, Lech bis Weissenbach, Hintertenthal, Lermoos, Loisach bis Murnau, Trauchgau, Füssen. [176, 844, 879, 889, 920, 933, 996].

Die Berge in der nähern Umgebung von Hohenschwangau, die Hohenschwangauer Alpen, haben eine ausführliche Bearbeitung durch E. Böse [844] erfahren. Desgleichen das Gebiet nordwestlich von Garmisch, die Farchanter Alpen, durch H. Heimbach [920]. Auch die kleine Ge-

birgsgruppe nordöstlich von Ettal, das Laber Gebirge, wurde monographisch von U. Söhle [938] bearbeitet, sowie vom gleichen Forscher das westlich angrenzende Ammer Gebirge nördlich vom Lindergries [996]. Wir geben zunächst eine Uebersicht über die ganze Gruppe und fügen daran eine ausführlichere Darstellung der Theilgebiete nach den genannten Forschern.

Gesteine. Muschelkalk, Partnach-Schichten, Wettersteinkalk und Raibler-Schichten, hauptsächlich nur im westlichen Theile (Umgebung von Reutte und Hohenschwangau) entwickelt (s. u.). Den Löwenantheil am Aufbau des Gebirges hat der Hauptdolomit. Das ganze Gebiet südlich von einer Linie, die von Reutte zum Lindergries, nach Ettal und Eschenlohe zieht, wird zum weitaus grösseren Theile von ihm beherrscht. Innig mit ihm verbunden kommen Kössener-Schichten und „Dachsteinkalk“ vor. Ueber diesen Gesteinen erscheinen in einzelnen kleinen Schollen, vor allem in einem schmalen Zuge, der sich von Lermoos über den Mittelberg an die Naidernach und jenseits derselben von der Rothmoosalm über den Krottenkopf in den Lahnwiesgraben bei Farchant erstreckt, Lias und Jurafleckenmergel.

Nördlich von der oben genannten Grenzlinie des Hauptdolomits liegt, längs eines Verwerfungsbruches, welchem der untere, westöstliche Theil des Lindergriesthales folgt, ein Streifen jüngerer Kreidegesteine (s. u.). In ihm tauchen aus Hauptdolomit, Raibler-Schichten, Wettersteinkalk und selbst noch aus Partnach-Schichten und Muschelkalk aufgebaute Schollen empor, welche z. Th. die schrofferen Gipfel des Ammergebirges zwischen Ammergau und Hohenschwangau aufbauen. Die Hauptmasse der niedrigen Berge nördlich von Oberammergau und das Trauchgebirge besteht aus Flysch. Zwischen diesem und dem eben erwähnten Kreidestreifen schaltet sich, von Unterammergau bis Hohenschwangau streichend, ein schmaler Strich von Jura-Aptychen-Schichten (Wetzsteinschichten z. Th.) ein.

Bau. Der Bau des südlichen Dolomitgebirges ist noch wenig bekannt [165, 167] und gleicht wesentlich jenem der Lechthaler Alpen. Westöstliches Streichen, Schichtenfall

vorherrschend flach nach Süden. Die dem Hauptdolomitzuge, der sich von Reutte nach Farchant (Eschenlohe) erstreckt, auflagernden Jura-Schichten fallen längs einer Bruchlinie unter den südlich folgenden Hauptdolomitzug Lermoos-Garmisch ein. Der nördlich sich anschliessende Zug, aus vorherrschend jüngerer Kreide (Cenoman) bestehend, ist ein ziemlich compliciert gebautes, aus zahlreichen Schollen bestehendes Faltengebirge. Die Kreideschichten liegen discordant auf Trias und Jura, von welchen Formationen, wie erwähnt, gelegentlich einzelne Streifen aus der Umhüllung hervorragen.

Wir skizzieren nun an der Hand der oben erwähnten Monographien die genauer bekannten Gebiete.

a) Hohenschwangauer Alpen [844].

Gesteine. Muschelkalk, dunkle, dünnplattige Kalke mit Brachiopoden.

Partnach-Schichten. Grauschwarze, blaue und röthliche Kalke mit Hornsteinknollen und gelbgrünlichen Thonzellen. Im Hangenden folgen schwarze, bröckliche Mergel.

Wettersteinkalk, in der gewöhnlichen Entwicklung als heller, dickbankiger, grossoolithischer, zuweilen (Hochplatte, Säuling, Zunderkopf) erzführender Kalk.

Raibler-Schichten. Sehr mannigfaltige Gesteine. E. Böse gibt von einer Stelle folgendes Profil:

Hauptdolomit.

1. Bräunliche, thonige Kalke mit *Ostrea montis caprilis* und *Corbis Mellingeri* (Ostreenbank).

2. Heller bis grauer Dolomit.

3. Blaugraue Kalke.

4. Gelbbraune Sandsteine mit verkohlten Pflanzenresten.

5. Rauhwaacke und bröcklicher Dolomit.

6. Gelblicher, eisenschüssiger Dolomit.

7. Gelbbraune Sandsteine mit verkohlten Pflanzenresten.

8. Helle, Hornstein führende Kalke mit Sphärocodien und *Cardita crenata* var. *Guembeli*.

Wettersteinkalk.

Hauptdolomit, in der gewöhnlichen Entwicklung, öfter Asphalt führend, versteinungsleer.

Plattenkalk, wie gewöhnlich, führt *Holopella (Rissoa) alpina*.

Kössener Schichten, dunkle, zuweilen rostbraune Mergel mit Kalkeinlagerungen, mit vielen Versteinerungen.

Dachsteinkalk, hell gelblich, zuweilen röthlich.

Lias, Hierlatzkalk, rothe und weisse, dickbankige Kalke, zuweilen thonig werdend, Crinoidenstielglieder führend. Mergel (Algäuschiefer oder Fleckenmergel), harte, graue bis schwärzliche Mergelkalke, dazwischen gelbe und schwarze gefleckte Mergel. Versteinerungen reichlich, besonders Ammoniten. Dogger nur äusserst spärlich entwickelt (z. B. an der Fahrstrasse zum neuen Schlosse, gleich hinter der Restauration).

Malm. Der Malm ist vorwiegend nur in der Mergelfacies entwickelt in Form mächtiger, dünnbankiger Mergel und Kalke von rother, grauer und gelblich weisser Farbe mit eigenthümlich muscheligen Bruche. Aptychen sind häufig.

Gault, schwarze, oft schiefrige, zuweilen plattige Mergel mit *Acanthoceras mammillare*, *Millettianum* etc.; nur im Schleifmühlgraben (Hölle) entwickelt.

Cenoman, Conglomerate und Sandsteine, gelbe und graue, sandige, harte Kalke und gelbliche bis dunkelgraue Mergel mit verkohlten Pflanzenresten und anderen Versteinerungen: *Exogyra columba*, *Orbitolina concava* etc.

Flysch, dunkelgraue, schmutzibraune, glimmerige Sandsteine, blaugraue Kalke, sehr feste Conglomerate, Chondriten führend.

Quartär. Moränen vielfach verbreitet, die rechteitige Moräne des Lechgletschers reicht bis zur 1000 m Curve. Mehrere Localgletscher schufen höher gelegene Moränen.

Die Verbreitung der Gesteine mag aus dem Kärtchen 35 entnommen werden.

Bezüglich der Faciesverhältnisse könnte hier im wesentlichen das wiederholt werden, was bei den Vilser Alpen angeführt wurde. Auch hier zeigt sich bis zum Rhät (Kössener Schichten) ein Facieswechsel nur in verticaler Richtung, vom Rhät angefangen aber auch ein solcher in horizontaler Richtung, indem Mergel-, Kalk- und Dolomitbildungen mit verschiedener

Fauna in demselben Horizonte wechseln. Auch hier scheinen nach Ablagerung des Hauptdolomits und vor dem Absatze der Liasbildungen tektonische Störungen eingetreten zu sein, desgleichen machen sich mit Beginn der Kreidezeit gewaltige Verschiebungen der Strandlinien bemerkbar. Bezüglich der interessanten Einzelheiten muss auf die Monographie verwiesen werden.

Bau. Über die Tektonik geben die beigegegebene Kartenskizze 35 und die Profile 36, 37, 42 einigen Aufschluss. Man entnimmt hieraus, dass das Gebiet, ähnlich wie das Vilser Gebirge, durch Längs- und Querverwerfungen in eine grössere Zahl von Schollen aufgelöst wurde. Die Schollen sind eine directe Fortsetzung derjenigen im Vilser Gebiete, wie denn auch das dort über die Altersbeziehungen der Bruchspalten Gesagte im wesentlichen hier wiederholt werden könnte. Desgleichen zeigt sich auch hier eine unverkennbare Beziehung zwischen dem geologischen Baue und der Orographie des Gebietes. So kommt die verschiedene petrographische Beschaffenheit der Gesteine häufig dadurch zum orographischen Ausdrucke, dass die Höhenzüge durch festere Schichten (Wettersteinkalk, Hauptdolomit, Aptychenkalke, cretaceische Sedimente) gebildet werden, während die Thäler in weichen Schichten liegen. Ausserdem folgen sie häufig Einbrüchen, Spaltungen und Verwerfungen. Es gilt dies besonders vom Lech selbst, der einer Anzahl von zusammenhängenden Einbrüchen nachgeht.

b) Ammer Gebirge [996].

Gesteine. Muschelkalk und (in einer kleinen Scholle nördlich vom Hennenkopf), Partnach-Schichten in schmalen Streifen (mit Wettersteinkalk und Hauptdolomit) im Gebirge nördlich vom Linderhof bis Ettal. Wettersteinkalk und Raibler-Schichten in einzelnen Schollen (Hochplatte, Fürstberg u. a.). Hauptdolomit und Plattenkalk im Süden von der Hochplatte zum Scheinberg fortsetzend und in einem nördlichen Zuge von der Ahornspitz zur Klammspitz und weiter östlich am Kamme Pürschling-Sonnenberg-Brunnberg, sowie am Steckenberg westlich von Oberammergau. Da und dort begleiten Kös-

sener Mergel und Kalke den Hauptdolomit. Unter den Juragesteinen sind beide Facies, die kalkige und mergelige, entwickelt und zwar im Lias graue, bituminöse „Tuberculatus-Schichten“ und (spärlich) weisse bis rothe Hierlatzkalke, sowie Fleckenmergel (bei Ammergau, westlich vom Linderhof), im Dogger hornsteinführende, röthliche bis braungelbliche Kalke mit Rhynchonellen zwischen Martinsgraben (westlich vom Linderhof) und der Kenzenalpe (nordöstlich von der Hochplatte), im Malm die Aptychen-Schichten (Wetzsteinschiefer) in langem Zuge von Unterammergau südlich vom Flysch nach Westen ziehend. Die Kreidegesteine, Cenoman, Conglomerate und Breccien aus Bruchstücken von Trias- und Juragesteinen, sind weit verbreitet und liegen transgredierend auf älteren Schichten. Fyisch, nördlich von den Aptychen-Schichten herrschend. Glacialdiluvium und Alluvium reichlich im Lindergries, im Lobenthal und dessen südöstlichen Seitenzweigen.

Bau. Der Bau dieses Gebirgszuges gleicht im Grossen und Ganzen jenem der westlichen und östlichen Nachbarn. Zwei Bruchsysteme, ein vorherrschendes westöstlich streichendes und ein querdurchsetzendes Spaltensystem lösen das Ganze in zahlreiche, kleine Schollen auf. Innerhalb der Schollen sind die Schichten gefaltet, die Falten streichen in der Regel westöstlich. Auf eine genauere Schilderung können wir hier nicht eingehen; es mag nur hervorgehoben werden, dass man zwei eingesunkene Streifen, im Norden den Zug der Aptychen-Schichten, im Süden den Fleckenmergelzug am Sägerbach unterscheiden kann, zwischen welchen ein den Hauptgebirgskamm bildender Streifen älterer (Trias-)Gesteine, bedeckt von Cenomankreide emporragt. Südlich von der südlichen gesenkten Scholle erheben sich Triasgesteine der Hochplatte, nördlich von der nördlichen legt sich der Fyisch vor.

c) Laber Gebirge [938].

Gesteine. Muschelkalk, Partnachmergel, Wettersteinkalk (mit Eisenerzen) und -dolomit, Raibler-Schichten, Hauptdolomit, in drei Zügen (Mühlberg—Höhenberg

bei Ettal, Kapellenwand—Höllkopf, Rauh-Eck—Schaffelberg), Plattenkalk, Kössener-Schichten, östlich von Ettal, Dachsteinkalk, Lias (Algäu-Schichten, Spongienkalke, Hierlatzkalk u. a.) an der Kapellenwand, wo er für die Ettaler Kirche gebrochen wurde, am Ettaler Mandl. Kreide (Cenoman, Kieselkalke, Conglomerate und Breccien, Mergel) in zwei grösseren Zügen (Lichtenstätter Graben, Grosser Laber, Soilealpe), Flysch, nordöstlich von Oberammergau, steil südlich fallend. Quartär.

Bau. Das Gebirge besteht aus westöstlich streichenden durch Bruchlinien getrennten Schollen, die für sich in Falten gelegt sind. Vgl. das Profil 33. Man kann vier Sättel und drei Mulden unterscheiden, in welchen letzteren die Kreide-Schichten liegen. Von grösseren Bruchlinien möge hervorgehoben werden der Längsbruch, welcher dem Thale der Grossen Laine und dem Ammerthalgraben entlang ziehend den Flysch vom Wettersteinkalk trennt; der Längsbruch südlich vom Schinderbühel, jener im Süden des Schaffelberges und im Norden des Ettaler Mandls. Ein Querbruch zieht vom Gehänge östlich des Angerwäldchens (südöstlich vom Schinderbühel) herab, ein zweiter kommt westlich vom Rauheck durch den Schoberwald herab. Auch das Thal der Ammer selbst scheint einem Querbruche zu folgen.

d) Farchanter Alpen.

Der Gebirgsstock im Westen der Loisach zwischen Garmisch und Oberau wurde von Heimbach [920] unter dem Namen „Farchanter Alpen“ geologisch geschildert. Am Aufbau nehmen Antheil Hauptdolomit, Plattenkalk, Kössener-Schichten, aus letzterem allmählich hervorgehend, spärlich Liasfleckenmergel. Aptychen-Schichten, röthlich, grünlich, hornsteinführend, endlich ältere diluviale Schotter und Moränen, sowie jüngerer Schutt. Den Hauptantheil hat der Hauptdolomit, der in zwei westöstlich streichenden Zügen hervortritt. Zwischen beiden liegt, vom Lahnewies-Graben durchfurcht, ein Streifen der jüngeren Schichten. Dieser letztere gehört einer zwischen Verwerfungsspalten abgesunkenen Scholle an.

10. Altbayerische Alpen.

Umgränzung. Murnau, Loisach bis Partenkirchen, Kankerbach, Barmsee, Isar, Vereinsalpe-Hinterriss, Plumserjoch, Achensee, Achenkirch - Ampelsbach - Landl, Thiersee, Kufstein, Ebbs, Walchsee, Kössen, Weissloferbach, Winkelmoos, Fischbach, Unkenener Heuthal, Unken, Saalach bis Wals, Traunstein, Bernau, Neubeuern, Miesbach, Tölz, Murnau. [306, 780, 845, 874, 889].

Dieser langgestreckte Gebirgszug wird im südlichen Theile vorwiegend aus Hauptdolomit aufgebaut, dem stellenweise jüngere Bildungen bis einschliesslich der Unterkreide aufgelagert sind, im nördlichen aus Flysch und Molassegesteinen. Die Grenze beider Gebiete verläuft von Ohlstatt (südlich von Murnau) zum Kochelsee, dann über Länggries nach Tegernsee und Schliersee, weiter nach Nussdorf am Inn und von hier an das Südufer des Chiemsees, von wo sie über Bergen und Inzell an die Saalach bei Reichenhall fortsetzt. In beiden Gebieten herrscht westöstliches Streichen.

Das südliche Kalk- und Dolomitgebirge besteht aus einer Anzahl langgestreckter Schollen, die an einander verschoben und für sich gefaltet sind. In den tiefen Einfaltungen oder in Versenkungen haben sich Gesteine, die jünger als Hauptdolomit und Kössener-Schichten sind, erhalten. So bemerkt man vor allem eine langgestreckte, eng zusammengepresste Mulde aus Jura- und Kreidgesteinen, die nahe der Südgrenze unserer Gruppe von Mittenwald an den Ampelsbach (nördlich vom Achensee) und von hier bis Kiefersfelden am Inn streicht. Weiter nach Norden erscheinen noch mehrere ähnliche Streifen. Ein solcher beginnt westlich von Bad Kreut und setzt, mehrfach unterbrochen, an den Inn bei Oberaudorf und jenseits desselben, im Aschauergebirge, stark verbreitert und verzweigt, dann wieder an der Grossen Achen, nördlich von Kössen, zu einer engen Mulde zusammengezwängt über Oberwessen und Röthelmoos in die Gegend südlich von Ruhpolding fort. Nördlich davon finden sich in der Gruppe des Hochfellen noch mehrere kleine Züge dieser Art. Ganz am Rande gegen den Flysch erscheint nochmal in der Gegend von Länggries und Tegernsee ein compliciert gefalteter Zug solcher Gesteine.

An mehreren Stellen brechen unter dem Hauptdolomit in grösserer Ausdehnung tiefere Triasgesteine, Muschelkalk und vor allem Wettersteinkalk hervor und zwar einerseits im Wendelsteingebiete, andererseits in einem Zuge, der aus der Gegend von Reit im Winkel über Kien- und Rauschberg zum Staufen bei Reichenhall zieht, sowie an einigen Punkten in den Chiemgauer Alpen (Kampenwand, Hochfellen).

An der Südgrenze der Gruppe, im Walchseethale und bei Reit im Winkel, findet man buchtenförmig eingelagert alttertiäre Gesteine.

Wir werden uns die Übersicht über die geologischen Verhältnisse dieser Gruppe wesentlich erleichtern, wenn wir einen flüchtigen Blick auf den geologischen Bau der Untergruppen werfen. Man unterscheidet:

a) **Das Walgauer Gebirge**, nördlich der Wettersteingruppe und des Isarthales von dem Querthal der Loisach bis zu dem der Isar.

Gesteine. Hauptdolomit hat den hervorragenden Antheil am Gebirgsbaue. Ihn unterlagert in schmalen Streifen zwischen Partenkirchen und Walgau *Rauh wack e* mit Gips (Raibler-Schichten). Im Benedictengebirge erscheinen sogar noch Wettersteinkalk und Muschelkalk an Bruchspalten emporgeschoben. Über dem Hauptdolomit liegen stellenweise Plattenkalke, dann weit verbreitet *Kössener-Schichten* (mit „oberem Dachsteinkalk“). Zwischen Ohlstatt und dem Kochelsee, sowie nördlich von der Benediktenwand gegen Länggries liegen eingefaltet Lias- und Juragesteine (zumeist Fleckenmergel und Aptychenschichten) und jüngere, Orbitolinen führende Kreidemergel (*Cenomen*) als etwas nach Norden verschobene Fortsetzung des Zuges gleicher Gesteine nördlich des Ammer-Längsthalles. Nördlich davon folgt der *Flysch*. An seinem Nordrande tauchen nochmals in schmalen Streifen Kreidegesteine, glaukonitische Sandsteine und Cementmergel (*Senon*) empor. Zwischen sie und den Flysch schiebt sich der Nummuliten führende, sogenannte „Enzenauer Marmor“ (*Eocän*) ein. Weit verbreitet ist Glacialdiluvium mit Einlagerungen von Torfkohle (*Grossweil*).

Der Bau des Gebirges ist im südlichen Theile ziemlich einförmig; der Hauptdolomit erscheint in mehrere west-östlich streichende Falten gelegt, deren Verlauf durch Mulden von Kössener-Schichten angedeutet wird. Weiter nördlich, im Benedictengebirge, werden die Verhältnisse viel verwickelter. An mehreren Längsspalten sind Schollen eingesunken oder emporgehoben, so dass ältere und jüngere Schichten mit Hauptdolomit in Berührung kommen. Querspalten verwirren den Bau noch mehr [874]. Auch der nördlich folgende Flysch, welcher durch einen Längsbruch vom Kalkgebirge getrennt wird, zeigt sehr intensive Faltung. Vgl. Profil 34. Die Querspalte von Walgau über den Walchensee nach Kochel gilt als das alte Isarthal, das durch die, die Erosionskraft des Flusses überwuchernde Auffaltung des Gebirges ausser Gebrauch gesetzt wurde (Gümbel)*. Eben diese Auffaltung hat den Fluss nach Osten in eine tektonische Störungslinie (Fortsetzung der Längsbrüche, die das Partnachthal durchqueren, Profil 24) abgelenkt. Der Walchensee selbst liegt in einer Mulde von Kössener-Schichten; der östlichen Fortsetzung derselben folgt die Thalung der Jachenau.

b) **Das Risser Gebirge**, nördlich der Karwendelgruppe zwischen Isar, Achenthal und Achensee.

Gesteine. Hauptdolomit, Kössener-Schichten, oberer Dachsteinkalk, rothe Liaskalke, Aptychen-Schichten (hornsteinreich, roth, grau, grünlich), Neocommergel (lichtgrau, dünngeschichtet), Glacialdiluvium.

Bau. Einfach, ähnlich wie in der vorigen Gruppe. Am meisten in die Augen springend ist eine enge, nach Norden umgelegte Mulde, in welcher die eben genannten post-triassischen Gesteine liegen. Dieselbe streicht von der Vereinsalpe bei Mittenwald durch das Rissthal zum Pfonsjoch und verbreitert sich hier bis zum Juifen nach Norden. Im übrigen Gebiete herrscht fast ausschliesslich westöstlich streichender, theils südlich, theils nördlich einfallender Hauptdolomit.

*) Vgl. übrigens die Gegengründe bei Geistbeck [636].

c) **Das Kreuter Gebirge**, nördlich von der Brandenberger Gruppe, von der Isar bis zum Leitzach- und Ursprungthale.

Gesteine. Muschelkalk, Wettersteinkalk und Raibler-Schichten (Rauhacke) in geringer Ausdehnung bei Länggries und in schmalen Streifen bei Tegernsee und Schliersee, Hauptdolomit, Kössener-Schichten, Dachsteinkalk, Liasfleckenmergel, Aptychen-Schichten. Diese Gesteine setzen das südlich vom Tegern- und Schliersee liegende Gebirge zusammen; nördlich einer Linie, welche Länggries mit Tegernsee und Fischbachau an der Leitzach verbindet, folgt der Flyschzug, dem ein schmaler Streifen jüngerer Kreidgesteine (am Tegernsee) angelagert ist. Nördlich vom Tegern- und Schliersee folgen die Molassesedimente und Glacialdiluvium.

Bau. Bezüglich der Masse des Hauptdolomits gilt das oben bei a) und b) Mitgetheilte. Die jüngeren Sedimente kommen in mehreren westöstlich streichenden, tiefen Einfaltungen vor. An der Südgrenze der Gruppe findet sich die Fortsetzung der nach Norden verschobenen Mulde des Pfonsjoches und des Juifen von Kohlstatt im Achenthale über den Bayer- und Marchbach nach Landl streichend; dieselbe ist nach Norden umgelegt. Im Kern der Mulde liegen Neocommergel. Weiter nördlich streicht vom Rosstein (westlich von Kreut) bis zum Spitzingsee im Valeppthale ein Streifen von Liasgesteinen mit kleinen Resten von Aptychen-Schichten in mehreren eng zusammengepressten Falten. Prof. 148. Ein dritter derartiger Zug streicht von Länggries nach Egern am Tegernsee. Hier, am Geigerstein und Fockenstein ragen sogar noch, zwischen Lias- und Jura-Schichten, in schmalen Streifen Wettersteinkalk und Rauhacken (Raibler-Schichten) hervor. Eine ähnliche, wenn auch viel schmalere Falte derselben Gesteine streicht von Tegernsee an das Südende des Schliersees und weiter an die Leitzach südlich Fischbachau. Der nördlich folgende, gefaltete Flysch ist von obigen Gesteinszügen durch einen Längsbruch getrennt.

d) **Das Zeller Gebirge**, nördlich von der Brandenberger Gruppe und östlich des vorigen bis zum Inn.

Gesteine. Muschelkalk, Partnach-Schichten, Wettersteinkalk, Raibler-Schichten (im Wendelsteingebirge), Haupt-

dolomit, herrschend in der ganzen Gruppe, Kössener-Schichten, Dachsteinkalk, Lias, Aptychen-Schichten, Flysch (*Inoceramen* führend), Molasse, Glacialdiluvium.

Bau. Nördlich von Fischbachau bis Brannenburg zieht die Flyschgrenze durch. Im südlich folgenden Kalkgebirge fällt zunächst die Gruppe des Wendelstein auf, welche eine vorzügliche Bearbeitung von E. Fraas [780] erfahren hat. Hienach haben wir es hier mit einem äusserst complicierten Schollen- und Faltengebirge zu thun. Vgl. Prof. 43 und Bild 46. Die an Bruchspalten hoch emporgehobenen Schollen der tieferen Trias lassen noch Muschelkalk und Partnach-Schichten zutage treten, während der mächtige Wettersteinkalk die Hochgipfel des Breitensteins, der Haidwand und des Wendelsteins aufbaut. Dazwischen liegen in tiefer eingesunkenen Schollen jüngere Gesteine bis zu den Aptychen-Schichten. Südlich davon folgen mehrere Falten, vorwiegend von Hauptdolomit aufgebaut. In den meist von Bruchspalten begrenzten Mulden erscheinen Gesteine von den Kössener-Schichten aufwärts bis zum Jura, der gewöhnlich den Kern der Mulden ausfüllt. Solche finden wir südlich von Flintsbach am Riesenkopf, bei Oberaudorf und am Brunstein. An der Südgrenze der Gruppe liegt die von Landl bis Kiefersfelden streichende, schon bei der vorhergehenden Gruppe erwähnte Mulde, in deren Kern Neocommergel auftreten.

e) **Das Chiemsee-Gebirge**, nördlich vom Kaisergebirge, östlich vom Inn bis zur Saalach.

Gesteine. Muschelkalk und Partnach-Schichten äusserst spärlich; Wettersteinkalk in einem langen Zuge von den Quellen des Weisslofer Baches zum Kienberg nördlich vom Löden- und Weitsee, Rauschberg und Staufenberg südlich von Inzell, ferner am Hochfellen und an der Kampenwand südlich von Aschau aufbrechend; Hauptdolomit, der auch hier den wesentlichsten Antheil am Gebirgsbaue hat. Auf ihn folgen Kössener-Schichten, oberer Dachsteinkalk, Lias- und Jura-Schichten in mehreren langgestreckten Streifen dem Hauptdolomit aufgelagert; Kreidgesteine (Neocom und Gosau-Schichten), finden sich stellenweise in

kleinen Resten und zwar erstere concordant über den Aptychen-Schichten, letztere übergreifend in Buchten und Versenkungen; Flysch, Nummuliten-Schichten, Reiter-Schichten, Molasse, Glacialdiluvium.

Der Bau dieser Gruppe ist ein äusserst complicierter. Die Thalung der Grossen Ache theilt die Gruppe in das westliche Aschauer- und das östliche Hochfellen-Gebirge. In beiden finden wir mehrere, westöstlich streichende, meist durch Längsbrüche von einander geschiedene Falten, in denen, wie erwähnt, der Hauptdolomit das herrschende Gestein ist. Im Aschauer Gebirge taucht unter ihm in Form eines aufgebrochenen, steilen Gewölbes südlich von Niereraschau ein Zug von Wettersteinkalk empor, der sich nach Osten über die Kampenwand fortsetzt, dann aber am Rottauer Bache plötzlich von einem Querbruche abgeschnitten wird. Über dem Hauptdolomit liegen in Mulden rhätische bis Aptychen-Schichten, so am Heuberg, Laubenstein, am tirolisch-bayerischen Grenzkamm (Spitzstein-Niederndorfer Berg), östlich von Niereraschau und westlich von Marquartstein.

Noch viel complicierter ist das Hochfellengebirge gebaut. Die beiden Schnitte 44 und 45 mögen davon eine Vorstellung geben. Man ersieht daraus, dass es aus mehreren, an Längsbrüchen verschobenen Schollen besteht. Am Südrande taucht unter dem Hauptdolomite der öfter erwähnte mächtige, gewölbeförmig gebaute Zug von Wettersteinkalk (Kienberg - Rauschberg - Staufenberg) auf. Nördlich von ihm liegt eine eng zusammengepresste nach Norden überkippte Mulde (Lias, Aptychen-Schichten und stellenweise sogar Neocom im Kern zeigend) als Fortsetzung der oben erwähnten, dem tirolisch-bayerischen Grenzkamme folgenden Mulde, die am Klobensteinpasse die Grosse Ache übersetzt und über Oberwessen zur Urschelauer Wand zieht. In dem nördlich folgenden Dolomitgebiete finden wir noch mehrere ähnliche Mulden. Transgredierend liegen in ihnen bei Ruhpolding (am Steinbach) und in der Urschelau Gosau-Schichten, die also offenbar erst nach bedeutenden Lagerungsstörungen der älteren Schichten zum Absatze gekommen sind. Der nördlich gelegene Flyschzug ist nur bei Neubeuern am Inn und östlich von der Traun gut erschlossen, zu beiden Seiten

der Prien ist er allenthalben von Glacialdiluvium bedeckt: südlich vom Chiemsee bis Bergen fehlt er (ähnlich wie bei Füssen) vollständig und das Kalkgebirge bricht unvermittelt und steil gegen die Ebene ab. Dem Flysch sind bei Neubeuern und südlich von Traunstein, am Kressenberge (hier Eisenerz führend), Nummuliten-Schichten vorgelagert.

11. Waidringer Alpen.

Umgrenzung: St. Johann i. T., Leukenthal, Kössener-Thal bis Kössen, Weisslofer Bach, Dürrenbachgraben, Winkelmoos, Fischbach, Unkener Heuthal, Unken, Saalach bis Saalfelden, Leoganger Bach, Griessenpass, Hochfilzen, Pillersee-Ache bis St. Johann i. T. [64, 306, 376, 623a, 795, 889, 911, 922, 998].

Gesteine. Buntsandstein (Werfener Schichten), rothe, sandige Schiefer, Sandsteine und graue Mergel, ohne Versteinerungen, am Südrande zwischen St. Johann und Saalfelden. „Reichenhaller Kalk“ (Muschelkalk), dunkle Kalke und Rauhwacken, fast ohne Versteinerungen. Ramsandolomit in der bekannten Ausbildung; er vertritt den Wettersteinkalk und die Raibler-Schichten der westlichen Gebiete, theilweise auch den Muschelkalk. Er findet sich am südlichen Rande des Gebirges zwischen dem Leukenthal und der Saalach bei Saalfelden über Reichenhallerkalk, — Raibler-Schichten. Die echten Raiblermergel sind nur spärlich entwickelt, am häufigsten noch die Cardita-Oolithe; gewöhnlich findet sich an Stelle der Mergel ein Dolomit, „Raiblerdolomit“, der vom Ramsaudolomit schwer zu trennen ist. Hauptdolomit*) und Dachsteinkalk, gegen den Ramsaudolomit schwer abzugrenzen; der Dachsteinkalk ist ein hellgrauer, zuweilen röthlicher,

*) Die Facies des Hauptdolomits endet gegen Osten ungefähr längs einer Linie, die vom Fellhorn über die Winkelmoosalpe ins Unkener Heuthal und an den Steinpass zieht; von hier angefangen gegen Osten tritt an ihre Stelle jene des Dachsteinkalkes.

dichter Kalk, schön gebankt, oberflächlich weiss verwitternd, sehr mächtig, zahlreiche Megalodonten („Hirschritte“) enthaltend, auch *Holopella* (*Rissoa*) *alpina* und Korallen (*Lithodendron*). Hauptdolomit und Dachsteinkalk bilden den Grundstock der ganzen Gebirgsgruppe. Kössener-Schichten, am Fellhorn, im westlichen Theile des Kammerkargebirges und nördlich davon über dem Hauptdolomit in der gewöhnlichen, mergeligen Entwicklung, weiter östlich fehlen sie und der Dachsteinkalk wird unmittelbar von Lias überlagert.

Lias. In Form rother, oft marmorartiger Kalke, reich gegliedert und zahlreiche Versteinerungen umschliessend [675, 676] ist der Lias besonders im Kammerkargebirge entwickelt.

Jura, Fleckenmergel, an einigen Punkten im Kammerkargebirge.

Kreide, graue, fleckige Neocommergel, Sandsteine und Kalke, discordant auf älteren Gesteinen.

Alttertiär (Oligocän), bei Reit im Winkel, ebenfalls discordant gelagert.

Glacialdiluvium und Alluvium.

Bau. Wie die Gesteinsfolge, so ist auch der geologische Aufbau ein verhältnismässig einfacher. Im Gegensatze zu den westlichen Gebirgszügen, beginnt hier der Plateaucharakter mehr und mehr hervorzutreten, indem die Schichtenfaltung weniger kräftig ist, dagegen Brüche das Gebiet durchsetzen, welche auf die Reliefformen Einfluss genommen haben. Im Grossen und Ganzen kann man das Gebiet als die westliche Hälfte einer flachen, von West nach Ost zusammengeschobenen Mulde ansehen. — Wir können folgende Gebirgsabschnitte unterscheiden:

a) Leoganger Steinberge, östlich von Hochfilzen, südlich vom Schmit- und Schüttachgraben, eine sanft nach Norden und Nordosten fallende Platte. Am südlichen Abhange gegen das Leoganger Thal treten die Schichtköpfe von den Werfener Schichten angefangen aufwärts bis zum Dachsteinkalk, der den Kamm bildet, zutage. Den sanfter abfallenden Nordabhang bilden die mächtigen, bis zur Saalach hinab sinkenden Bänke des Dachsteinkalkes mit ganz kleinen Liasresten.

b) Loferer Steinberge, nördlich der vorigen bis zum Strubthale. Die ganze Gebirgsmasse besteht fast ausschliesslich aus nördlich und nordöstlich fallendem Ramsaudolomit am südlichen Rande und Dachsteinkalk auf den Höhen und dem Nordabhange; bei St. Martin, südlich von Lofer, liegt darüber ein kleiner Liasrest und eine Partie Neocom-Schichten.

c) Kirchbergstock, westlich von a) und b), wesentlich gleich gebaut, wie a), nur bedeckt der Ramsaudolomit ein viel grösseres Gebiet. Im Süden der Gruppe erscheint unter ihm Muschelkalk, der die Hochscharte und den Kalkstein aufbaut. Unter ihm treten am Fusse der Gehänge Werfener Schichten hervor. Der Nordabhang gegen Waidring gehört dem Dachsteinkalke an.

d) Kammerkargebirge nördlich von den drei genannten Gruppen bis zum Weissloferer Bach und dem Unkener Heuthal. Der Grundstock dieses Gebirges wird von meist flach gelagertem, von nordsüdlichen Bruchspalten durchsetztem Dachsteinkalk gebildet. Im westlichen Theile, Fellhorn, Plattenkogel, und an den Abhängen gegen das Becken von Reit i. W. liegen darüber versteinungsreiche Kössener-Schichten (Weisslofer Bach!); ebenso im nördlichen an der Winkelmoosalpe und im Unkener Heuthale. Im östlichen Theile aber, im Quellgebiete des Unkener Baches, wo die Dachsteinkalkplatte beckenförmig eingesunken ist, Prof. 47, verschwinden die Kössener-Schichten vollständig und es folgen über dem Dachsteinkalke*) unmittelbar versteinungsreiche, meist roth gefärbte Liaskalke und kleine Jurareste; näher der Saalach sodann ohne Zwischenlagerung von Lias graue, fleckige Necom-Schichten. Am Südrande gegen das

*) Nach der Darstellung der älteren Geologen setzt sich der Hauptdolomit des Kaisergebirges auch in unsere Gruppe (hier „Dachsteindolomit“ genannt) fort. Er wird von Kössener-Schichten überlagert, auf welchen nach oben der Dachstein-(Korallen-)kalk folgt. Letzterer, nach Osten stets mächtiger werdend, verdrängt allmählich die Kössener-Schichten und liegt in den Loferer und Leoganger Steinbergen, im Reiteralp- und Lattengebirge u. s. w. unmittelbar über dem mehr und mehr kalkig werdenden Dachsteindolomit, mit dem er zu einer Masse verschmilzt.

Thal von Waidring liegt unter dem Dachsteinkalke ein Dolomit, der nicht ganz zum Hauptdolomit und ebensowenig sicher zum Ramsaudolomit gerechnet werden kann. Im Becken von Reit im Winkel liegen die reichlich mit Glacial-schutt bedeckten Tertiär-Schichten discordant über und an Dachsteinkalk (Hauptdolomit) gelagert.

Centralalpen.

Gesteine. Am Aufbaue der Centralalpen haben die krystallinen Schiefer den hervorragendsten Antheil. Wie aus der Karte zu entnehmen ist, beherrschen die Gesteine der Gneiss- und Glimmerschiefergruppe (Gneisse, Gneissphyllite, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer) vor allem die mittleren, höchsterhobenen Gebiete. In ihnen liegen mächtige Granitstöcke, wie z. B. in den Tauern, in den Ortler- und Adamelloalpen. Die Gneissphyllite und Glimmerschiefer mit ihren Einlagerungen (Hornblendeschiefer, krystalline Kalke u. a. m.) sind meist reich an Erzen und gesuchten Mineralien. Die Phyllite (Thonglimmerschiefer) und halbkrySTALLINE (epikrySTALLINE) Schiefer begleiten die Gneissphyllitzone im Norden und Süden, sowie am Westrande (in der Ortlerbucht), greifen aber auch in gestreckten Mulden ins Innere der Zone ein. Nördlich und südlich vom „Centralgneiss“ der Tauern und dessen Schiefermantel liegen die sogenannten „Schieferhüllengesteine“, ein Complex von Sericit-, Talk-, Chlorit- und Kalkglimmerschiefern, körnigen Kalken, dunkeln Glanzschiefern und eingelagerten Serpentin. Aus dem Engadin streichen ins obere Innthal bis Prutz herüber die Bündnerschiefer, die zu den verschiedensten Formationen (Phyllit, Paläozoicum, Lias, Flysch) gestellt wurden. Alt-paläozoische Schiefer (Grauwacken) sind auf ein kleines Gebiet am Nordostrand der Centralzone beschränkt (Kitzbüheler - Grauwacken). Jüngere paläozoische

Schichten, Steinkohlenformation und Perm, sind in kleinen Resten erhalten, so am Steinacherjoch (Carbon), im Navisthale, im Unterinntale (Schwazer-Dolomit), an der obern Etsch, in Val Camonica etc. Wahrscheinlich gehört auch ein Theil der Phyllite hierher. In grösserer Ausdehnung findet man permische Sedimente, Schiefer, Sandsteine und Porphyre am Südrande der Adamellogruppe. Mesozoische Gesteine (Trias, Lias) kommen an mehreren Stellen den krystallinen Schiefen auf- oder eingelagert vor (Ortlerbucht, Brennerbucht, die erwähnten Schiefer im obern Inntale, Einfaltungen in den Tauern). Innerhalb der krystallinen Zone liegen endlich reichlich Massengesteine; so, wie erwähnt, mächtige Granitstöcke (Adamello-, Ortleralpen, Pensergerbirge, die Kerne in den Tauern), Diorite, Diabase, Porphyrite (Klausen, Steinach, Pusterthal) und Serpentin (Silvrettastock, Tauern).

Im Allgemeinen mag übrigens bemerkt werden, dass zahlreiche Gesteine der Centralalpen rücksichtlich ihres geologischen Alters ganz verschieden gedeutet werden. So, um nur einige Beispiele hervorzuheben, erscheinen die Phyllite des Tuxer Thonschiefergebirges in der Karte von Lepsius [979] als „Glimmerschiefer“, ihr südlicher, aus dem Pinzgau an den Brenner ziehender, durch Kalkeinlagerungen ausgezeichneter Rand als „Cambrium“, die den Kitzbüheler Grauwackenschiefern aufgelagerten Sandsteine, Kalke und Kalkbreccien, welche in den Karten der geologischen Reichsanstalt als „Grauwackenkalk“ und Perm eingezeichnet sind, werden von Noë [793] als „Trias“ eingetragen. Ebendort erscheinen die Schiefer im obern Inntale von Prutz aufwärts als „Lias“, die Prättigauer Schiefer als „Flysch“, während die internationale geologische Karte von Europa [1000] beide als Lias verzeichnet, Lepsius letztere ebenfalls als „Lias“ einträgt, erstere aber dem „Cambrium“ zuzählt u. s. w.

Bau. Die Schichten der krystallinen Schiefer sind ausserordentlich lebhaft gefaltet, die Falten zu grosser Höhe emporgehoben, öfter intensiv zusammengedrückt und übereinandergeschoben; zahlreiche Längs- und Querbrüche durchsetzen die Faltenzüge.

Der Aufbau der Centralalpen östlich und westlich der Brennerlinie ist nicht unwesentlich verschieden.

Östlich vom Brenner, in den Tauern, streichen die Faltenzüge westöstlich mit einer Neigung zur nordöstlichen Ablenkung. Wir unterscheiden vor allem eine hohe Aufwölbung von Granit- und Gneissgesteinen, welche vom Brenner über die eisbedeckten Gipfel der Zillerthaler- und Tuxeralpen zum Grossglockner zieht (Tauern-Gneissgewölbe). Dieser im Centrum des Massivs granitisch körnige Gesteinscomplex wird als „Centralgneiss“ bezeichnet. Vorwiegend sind plagioklasreiche, dunklen Glimmer führende Abänderungen, nicht selten tritt Hornblende ein (Tonalitgesteine). Nach unserer heutigen Kenntnis sind die granitischen Kerngesteine, der „Centralgranit“, echte intrusive Massen, welche entweder vor der Zeit der ersten Alpenfaltung in die Schiefer eindrangen [855, 882, 914] oder in späterer Zeit [885, 915, 966]. Gegen den Rand wird der Granit schiefrig und aplitisch (fast nur aus Feldspath und Quarz bestehend) und sendet Gänge in die umgebenden echten Schiefergesteine aus. Diese letzteren, früher zum Theil ebenfalls zum Centralgneiss gerechnet, bestehen aus Schiefergneissen, Hornblende- und Glimmerschiefern, und werden von uns als „Schiefermantel“ bezeichnet.

Die Gesteine des Schiefermantels sind Sedimentgesteine und gehören wohl der archaischen Zeit an. Nun liegt aber nördlich und südlich von demselben je eine langgestreckte Zone mannigfaltiger Schiefergesteine, Kalkglimmerschiefer, Sericitschiefer, Talk- und Chloritschiefer mit Einlagerungen von Bänderkalk und Serpentin, deren Alter vollkommen unbekannt ist. Sie werden als Gesteine der „Schieferhülle“ zusammengefasst.

Nachdem schon zwischen dem Grossvenediger und dem Granatspitzstocke der Mantel der Schiefergneisse über den Gebirgskamm von Norden und Süden her sich gelegt hat, vereinigen sich am Grossglockner auch die Gesteine der Schieferhülle zu einer die höchste Erhebung der Ostalpen aufbauenden Decke. Diese scheidet oberflächlich das Zillerthaler Central-Gneissgewölbe von einem weiter östlich am Hochnarr sich erhebenden Central-Gneissgewölbe.

Südlich von der Schieferhüllenzone des Tauern-Gneissgewölbes liegt ein vorwiegend aus Gneiss, Gneissphyllit und Glimmerschiefer bestehendes, westöstlich streichendes Faltengebirge (Pusterthaler Faltengebirge). Auch in diesem liegen zwei Granitstöcke. Der erste baut die Hochgipfel des Rieser-Fernerstockes auf (Rieser-Ferner kern) und sendet seine östlichen Ausläufer hinab ins Defreggenthal; der zweite, der sogenannte Brixner Granitstock beginnt westlich von Bruneck und zieht, mächtig anschwellend, quer durch das Eisackthal; seine westliche Fortsetzung sind die Granitmassen des Ifingerstockes bei Meran und jene des Ultenthales.

Südlich von dem Pusterthaler Faltengebirge legt sich über Gneiss und Glimmerschiefer, sowie über die Brixner Granitmasse eine lebhaft gefaltete Phyllitdecke, die von Lienz nach Toblach und von hier mit südlichem Einfallen auf die Südseite des Pusterthales übergreifend, an den Eisack und in das Pensergebirge zieht, wo sie sich an den Brixner Granitstock anlagert. Auffallend sind in diesem Schiefergebirge eingefaltete Kalke, Dolomite und Schiefer, welche wahrscheinlich der mesozoischen Zeit angehören. Ähnliche Gesteine findet man in schmalen Zügen eingeschaltet im Pusterthaler Faltengebirge und vor allem im Zuge der Schieferhüllengesteine (Gegend von Windisch-Matrei).

Nördlich vom Tauern-Gneissgewölbe und dessen Schieferhülle liegt eine aus krystallinen und halbkrySTALLINEN Schiefern aufgebaute, gefaltete Zone (Salzburger Schieferalpen), die in ihrem südlichen Theile vorwiegend aus Gneissphyllit und Thonglimmerschiefern besteht, in denen sich, quer durchs vordere Zillerthal zum Kellerjoch bei Schwaz streichend, zwei Gneisszüge erheben; im nördlichen Theile lagern sich, meist mit nördlichem Einfallen, darüber die Grauwackengesteine von Kitzbühel und endlich längs einer von Schwaz nach Hopfgarten, Ellmau und Hochfilzen ziehenden Linie die mesozoischen Sedimente der nördlichen Kalkalpen. (Vgl. die Profile 51, 52).

Auch in den tirolischen Centralalpen westlich des Brenners finden wir complicierte Verhältnisse. Der nördliche Theil der Silvrettamasse und der Ötzthaler Alpen

scheinen Reste aus einer ältern Faltungsepoche zu sein. Wir finden hier zahlreiche, eng aneinander gepresste Falten, welche sowohl im Westen, wie im Osten, von dem im übrigen herrschenden Ostweststreichen nach Süden umbiegen. Dieser wiederholten Zusammenfaltung entsprechend zeigt sich auch bei der Durchquerung dieser Massen ein lebhafter Wechsel von Gneiss (mit eingelagerten Granitgneissen), von Gneissphylliten und Glimmerschiefern mit ihren Begleitern.

An die alte Ötzthaler-Gruppe von Süden her angepresst, theilweise sogar unter sie geschoben, folgt sodann im Süden die westliche Fortsetzung der Tauernfalten*), sammt den dort erwähnten jüngeren Einlagerungen. Die südwestliche Fortsetzung dieses Falten-systems bilden weiter die im Westen der Judicarienlinie hochaufgestauten Ortler- und Adamello-Alpen.

Auch in diesen treten, wie in den Tauern, mächtige Granitstöcke auf, so dass das ganze südliche Senkungsfeld, das im Westen und Norden von der Judicarien-Draulinie umgrenzt wird und dem unsere südlichen Kalkalpen angehören, von einem Kranze granitischer Massen unrahmt erscheint [966].

Von Norden längs der Brennersenkung und von Westen an den Quellen der Etsch greifen tief in die Centralzone zwei Kalkgebiete ein; es sind dies die Brenner- und die Ortlerbucht. Diese Absätze, sowie ein Theil der eingefalteten Kalkzüge, wie z. B. im Pensergebirge, in den Tauern, im Pusterthalerfaltenzuge, sind wohl Reste einstiger weit ausgebreiteter Decken jüngerer (mesozoischer) Sedimente über die krystallinen Gesteine der Centralzone. Sie sind ausgezeichnet durch ihre krystalline Entwicklung und unterscheiden sich durch diese und ihre Armut an Versteinerun-

*) Es wird Aufgabe einer eingehenden Untersuchung dieser tektonischen Verhältnisse sein, festzustellen, inwiefern etwa die Anpressung der jüngeren Falten der Centralzone an die alten Horste der Ötzthaler- und Silvretta-Alpen und ihr Vordringen im Osten der Brennerlinie diese älteren festen Massen nach Westen gedrängt und so zur grossen rhätischen Überschiebung Anlass gegeben hat.

gen von den gleichalterigen Bildungen der benachbarten Kalkzonen.

Für die ostalpinen Centralalpen westlich von der Brennerlinie gebraucht man [725] den Namen „Rhätische Alpen“. Das östliche Kettengebirge zerfällt in zwei Züge, ein südliches, vorherrschend aus Gneiss und Glimmerschiefer aufgebautes Kettengebirge, die Tauernkette, und einen nördlichen, aus Phylliten und paläozoischen Schiefeln bestehenden Zug, die „Salzburger Schieferalpen“.

In dem tirolischen Antheil an den rhätischen Alpen kann man vier sogenannte „Centralmassen“ unterscheiden. Die Silvretta-, Ötzthaler-, Ortler- und Adammelloalpen; eine fünfte Gruppe, die Spölalpen reicht nur in ihren östlichen Ausläufern wenig über die tirolische Grenze herein.

Wir werden im Folgenden den geologischen Aufbau dieser Gruppen in grossen Zügen zu zeichnen versuchen.

12. Silvretta-Alpen.

Umgebung. Davos, Klosters, Schlappiner Joch, Gargellenthal, Montavon bis Schruns, Silberthal, Kristberg, Dalaas, Klosterthal, Arlberg, Stanzerthal, Landeck, Oberinnthal bis Imst, Pitzthal bis Wemms, Piller Joch, Prutz, Oberinnthal, Unterengadin. [60, 128, 210, 234, 350, 422, 452, 453, 454, 478, 609, 624, 629, 659, 711, 1020, 1031].

Wir besprechen nur jenen Theil dieser Alpen, welcher auf tirolisch-vorarlbergischem Gebiete liegt, also die Ferment-, Samnaun- und Ferwall-Gruppe.

Gesteine. Die vorherrschenden Gesteine sind Gneiss und Gneissphyllit, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer, letztere ausserordentlich häufig. Diese Gesteine bilden die Hauptmasse der Gruppe; selten sind ihnen, und zwar zu meist am eisbedeckten Grenzkamm gegen das Engadin, Granite lagerförmig eingefügt. Von Imst bis zum Arlberg legt sich im Norden ein schmaler Streifen Quarzphyllit über

die älteren Schiefer; weiter westlich fehlt er. Hier lagern unmittelbar auf den echten krystallinen Schiefen Verrucanogesteine, die allerdings in den tiefern Lagen in grünlich graue, rothfleckige Talkschiefer und Talkquarzite übergehen (Grauwacke), während die höheren vom Buntsandsteine nicht zu unterscheiden sind. Ueber letzterem liegen die mesozoischen Gesteine des Rhätikon. Im Unterengadin legen sich an die krystallinen Gesteine graue, röthliche oder grüne Thonschiefer mit eingelagerten Kalkschiefern an, ganz vom Charakter der Bündner-Schichten. Verbunden mit ihnen sind Serpentine, Diorite und verwandte Gesteine. Liasversteinerungen, die man in kalkigen Einlagerungen am Grenz- kamme zwischen Patznaun und Samnaun gefunden hat, gaben Anlass, den ganzen Complex dieser Gesteine zum Lias zu rechnen; vielleicht gehören jedoch nur diese Einlagerungen dem Lias an*).

Bau. Die krystallinen Schiefer der Silvretta-Alpen sind in mehrere, steil aufgerichtete, ostwestlich streichende Falten gelegt, letztere öftere in der Tiefe zusammengepresst, wodurch fächerartige, d. h. nach oben hin auseinandergeblätterte Schichtenstellungen hervorgerufen werden. Im Westen wurden vereinzelt Ablenkungen des Streichens nach Süden beobachtet; hier sind die krystallinen Schiefer über die jüngeren Sedimente des Rhätikons und Prättigaus nach Westen aufgeschoben. Häufiger kommt südliches Streichen am Matschun und an der linken Flanke des Gannerathales vor [478].

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der ganze südliche Theil der Silvretta-Alpen, in welchem die Hochgipfel, Piz Linard, Piz Buin, Fluchthorn liegen und in dem nordöstliches Streichen der Schichten und Faltenzüge herrscht, in

*) Nach den neuesten Beobachtungen im Rhätikon und Prättigau (Rothpletz, Alpenforschungen I. 1900) wird man sich nun wohl die Frage vorlegen müssen, ob nicht auch der ganze, aus dem Engadin ins tirolische Oberinntal bis Prutz herübergreifende Zug von »Bündnerschiefer« unter die krystallinen Gesteine der Silvretta- und Ötzthaler- masse zu versetzen ist; d. h. es fragt sich, ob die rhätische Überschiebung nicht etwa bis hierher reicht!

jüngerer geologischer Zeit an den ältern nördlich vorge-lagerten Gebirgsstock, in dem östliches und südöstliches Streichen die Regel ist, angepresst wurde.

a) **Fermuntgruppe** (zwischen Val Torta, Schlappiner Joch, Zeynis-Joch und Fimber-Joch). In dieser Gruppe dominiert ein aufgerissenes Gewölbe, dessen Achse mit senkrecht aufgerichteten Schichten vom Weisshorn zwischen Sar-dasca- und Vereinalthal über die Verstankla-Hörner zum Piz Buin zieht. Die Flanken des Gewölbes bilden zerris-sene Kämmе; das Hauptgestein der Hochgipfel ist Horn-blendeschiefer, dessen Herrschaft nach Süden bis an den Flüelapass reicht. Weiter gegen Osten herrscht Nord-fallen oder es tritt Fächerstructur auf. Die dunkeln Horn-blendeschiefer, die häufig roth verwittern, bilden zwischen den hellen Gneissen wildzackige Gebirgskämme und bedin-gen den eigenartigen, fast düstern Charakter dieses Hoch-gebirges. Im eisumpanzerten centralen Grenzkamme nehmen die Gneisse häufig einen granitartigen Habitus an, auch kommen hier nicht selten stock- und gangförmig echte Granite vor; von ihnen stammen zahlreiche erratische Blöcke an den Gehängen des Montavonerthales, im Walgau, Rhein-thal und im Innthale.

Ein besonderes Interesse erweckt der Westrand der Gruppe, der Gebirgskamm vom Plasseggjoch zum Madrisa-horn, der geographisch noch zum Rhätikon gezogen wird. Dieser, hier kurzweg „Madrisakamm“ genannte Gebirgszug besteht hauptsächlich aus Gneiss; in ihm liegen die Gipfel. Am schweizerischen Abhange jedoch gegen Prätigau kommen darunter jüngere Sedimente zum Vorschein und zwar in verkehrter Reihenfolge, von oben nach unten ver-rucano-artige Gesteine, Dolomit und tithonische Schichten (sandig-thonige Schichten, Kalkschiefer und weisser, massi-ger Tithonkalk). Der ganze Complex ist auf den Lias und Flysch (Bündenerschiefer) des Prätigau aufgeschoben. Vgl. den Schnitt 48. Weiter nördlich fehlen die permischen Schichten. Diese permisch-tithonischen Gesteine bilden eine zusammengequetschte nach Westen blickende Mulde: das Gargellenthal schneidet an einigen Stellen den Grund dieser Mulde an, woraus sich das Vorkommen der tithoni-

schen Kalke daselbst erklärt*), Schnitt 49. Die Schichtenfolge zwischen den Bündenerschiefern und dem Gneiss wurde auch der Trias zugezählt [210]. Vgl. auch den Schnitt 14.

b) Ferwallgruppe [453]. Die nördlich vom Zeynisjoch, zwischen Montavon und Paznaun bis zum Arlberg, Kloster- und Stanzerthal vorgelagerte Ferwallgruppe wird von mehreren eng aneinander gepressten Faltenzügen gebildet. Vom Paznaun bis zum Arlberge kann man vier fast parallele, riesige Wellen erkennen, deren Giebel (Antiklinalen) gewöhnlich mit den im Streichen bleibenden Gebirgskämmen zusammenfallen. Die herrschenden Gesteine sind Gneiss, Glimmer- und Hornblendeschiefer. Gegen Süden sind grosskrystalline Augengneisse entwickelt, sonst sind die Gneisse dicht oder feinflaserig; weiter gegen den Arlberg hin werden die Gesteine licht, grobflaserig, dann quarzreicher und gehen endlich in quarzphyllitähnliche Gesteine über.

c) Samnaungruppe (östlich von Val Sinestra, Fimberpass und -thal, zwischen Innthal und Paznaun, Prutz und Landeck bis Imst). Wesentlich dieselben Verhältnisse findet man in der Samnaungruppe. Das vorherrschende Gestein im nördlichen Theile ist steilauferichteter Gneiss und Glimmerschiefer als Fortsetzung der Züge in der Ferwallgruppe, sowie Hornblendeschiefer. Im südlichen Theile sind die eigenthümlichen Bündener-Schiefer des Engadins angelagert oder fallen unter die mit nördlichem Einfallen über sie hinweggefalteten krystallinen Schiefer ein. (Vgl. die Anmerkung auf Seite 140). Profil 54. Es sind theils graue, röthliche oder grüne, glimmerig-talkige Thonschiefer mit Serpentin, theils Kalkschiefer. Sie sind fast vollständig versteinungsleer; nach einigen wenigen Funden von Belemniten, Terebrateln und Ammoniten [190, 210, 478], die man in übrigens nicht sicher zu diesen Schiefern gehörigen Schichten antraf, stellen viele Geologen diese Gesteine zum Lias. Andere [326] sehen sie für archaische Phyllite an. In ihnen liegen an mehreren Stellen (Malfragkopf, Flimpstiz, Piz Mondin, Muttler etc.) mitunter mächtige

*) Vgl. Rothpletz, Alpenforschungen I, 1900.

Dioritlager, sowie solche von Serpentin, Variolith, Spilit und ähnlichen Gesteinen, in deren Nähe die Schiefer in der verschiedensten Weise abändern, indem aus ihnen grüne, harte oder talkige und chloritische oder auch rothe, hornsteinreiche Schiefer hervorgehen. Auf schweizerischem Gebiet stossen diese Gesteine längs einer dem Inn folgenden Bruchspalte an Gneiss ab, dem Granit eingelagert ist; auf tirolischer Seite greifen dieselben weit in die rechte Innthalflanke vor und endigen erst an der Mündung des Kauserthales.

Der östlich vom Inndurchbruche zwischen Prutz und Landeck liegende Zug des Venetberges ist die natürliche Fortsetzung der Samnaunalpen und gehört geologisch zu diesen, denen er im Aufbaue wesentlich gleicht. Er besteht aus Gneiss und Glimmerschiefer, denen im Norden ein Streifen Quarzphyllit vorgelagert ist. Zwischen Mils und der Pitzthalmündung legen sich steil gestellte oder sogar südlich unter den Phyllit einfallende Triasschichten an.

13. Spöl-Alpen.

Umgrenzung. Wir besprechen hier nur den auf tirolisches Gebiet übergreifenden Theil der Münsterthaler Alpen zwischen Unterengadin, Reschenscheideck, Etsch, Trafoier Thal, Stilfser Joch, S. Giacomopass und der Spöl [60, 127, 164, 190, 234, 474, 528, 711, 743, 860, 945].

Gesteine. Krystalline Schiefer, Gneiss, Gneissphyllit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer. Darüber folgen Gesteine von verschiedenem Aussehen, welche von Theobald [190, 234] theils als Casannaschiefer, theils als Verrucano bezeichnet werden. Stache [474] sieht in ihnen Vertreter der inneralpinen Grauwackenformation (Paläozoicum) und unterscheidet von oben nach unten folgende Gruppen, wobei zu bemerken ist, dass die gegebene Reihenfolge nicht überall entwickelt ist.

1. Braune Sandsteine und schwarze Thonschiefer, die an gewisse Gesteine der Steinkohlenformation erinnern, wenig verbreitet (Ortlergebiet).

2. Gelbe Sandsteine und verschieden hellfarbige Schiefer, talkführend (St. Valentin, Endkopf, Schlinigthal, hintere Val Zebbru).

3. Grüne und weisse Talkschiefer (Sericitschiefer), talkreiche Sandsteine, Conglomerate, Breccien, gneissartige Arkosen, zuweilen violett, zusammengefasst unter dem Namen „Talkwacken“ (St. Valentin, Schlinigthal, Münsterthal).

4. Thonschiefer und Thonglimmerschiefer, stellenweise mit eingelagerten Kalkschiefern.

5. Arkosen und Wackengneisse in die Gneissphyllite übergehend.

Diese Gesteine greifen sowohl in die Ötztthaler- wie in die Ortlergruppe über, erscheinen aber in grosser Ausdehnung vor allem am tirolisch-schweizerischen Grenzgebirge, wo sie die Unterlage der mächtigen triadischen Dolomit- und Kalkmassen bilden.

Triasgesteine. Die über den paläozoischen Gesteinen folgenden Schichten gehören der Trias (und dem Lias) an. Sie gliedern sich nach Theobald [190] in folgender Weise: Über dem Verrucano (die rothen Sandsteine und Conglomerate werden von den Neuern als „Buntsandstein“ aufgefasst [945]) liegt die untere Rauhwacke und Kalk (unterer Muschelkalk), dann folgen Streifenschiefer, Virgloriakalk, Partnach-Schichten, Arlbergkalk, „Lüner-Schichten“ (obere Rauhwacke, Raibler-Schichten). Weit aus das herrschende, die gewaltigen Bergriesen aufbauende Gestein ist ein grauer splittrig zerfallender, oft plattiger Dolomit (Hauptdolomit). Welchem Triashorizonte der überaus mächtige, dunkle Ortlerkalk, der im östlichen Theile der Gruppe die Hochgipfel aufbaut, zuzurechnen ist, kann vorläufig nicht mit Sicherheit gesagt werden; in den Karten findet er sich gewöhnlich ebenfalls als Hauptdolomit eingezeichnet. Schwarze, braune und gelbe Kalke und Mergel mit (meist schwer bestimmbar) Versteinerungen (Kössener-Schichten) sind besonders im westlichen Gebiete über Hauptdolomit nicht selten. Über den eigentlichen Kössener-Schichten kommt zuweilen ein grauer Crinoidenkalk mit rothen Kalk- und Conglomerateinlagerungen (Steinsbergkalk) vor. Den sicheren Lias vertreten Algäuschiefer, den Jura spärlich vor-

kommende Aptychen-Schichten. Nach neueren Beobachtungen [945, 999] kann man folgende Triasgesteine unterscheiden: Verrucanoartiger Buntsandstein, schwarzer, geschichteter Kalk und Dolomit meist mit glatten Schichtflächen (Muschelkalk), Bactryllien führende, schwarze Kalke und Mergel (Partnach-Schichten), dunkler Dolomit („Arlbergdolomit“), rothe und gelbe Sandsteine, Schiefer und Rauhacken (Raibler-Schichten), grauer, gelblich weisser Dolomit (Hauptdolomit), stark metamorphosierte Kalkschiefer (Kössener-Schichten), grauer bis rother „brecciöser Kalk“ (Steinsbergkalk).

Eruptivgesteine. Granit, in verschiedenen Abänderungen innerhalb der krystallinen Schiefer am nördlichen und östlichen Rande der Gruppe; mannigfache Porphyrite, lagerförmig im Gneissphyllit der Zwölferspitz-Gruppe bei St. Valentin im obersten Vinschgau u. a. O.

Bau. Wir besitzen, abgesehen von älteren Arbeiten [190], keine zusammenhängende Darstellung dieser Gruppe, wohl aber eine Reihe von Arbeiten über einzelne Gebiete, die sich aber vielfach widersprechen [474, 711, 743, 945]. Aus einzelnen Beobachtungen geht folgendes hervor. Die Basis des ganzen Gebirges bilden die krystallinen Schiefer, Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendegesteine. Diese Gesteine sind durch Faltung und wohl auch längs Bruchlinien theilweise hoch erhoben, so besonders am Ostrande längs der tirolisch-schweizerischen Grenze und über Piz Sesvenna ins Scarlthal hinübergreifend. Hier liegen in ihnen Granite, während an der Zwölferspitze in ihnen zahlreiche Gänge eigenthümlicher Eruptivgesteine (Diabase, Diorite, Porphyre [474, 528]) aufsetzen. Auch längs des Inns von Martinsbruck aufwärts erscheinen als Unterlage der folgenden Gesteine in schmalen Streifen Gneiss und Glimmerschiefer verbunden mit Granitaufbrüchen. Dieselben Gesteine bauen sodann von den Ortleralpen, südlich von Bormio, bis an den Inn bei Samaden hinüberstreichend die mächtige Masse der Bernina auf. In dem grossen Dreiecke, das umgrenzt wird von der obengenannten über Bormio und Livigno nach Samaden ziehenden Linie, vom Inn und der tirolisch-schweizerischen Grenze zwischen Nauders und dem Stilfserjoche, liegen über den erwähnten krystallinen Schiefnern discordant zunächst

altersunsichere Schiefergesteine (die oben aufgeführten Grauwackengesteine Staches, Theobalds Casannaschiefer). Ihr Ausgehendes umfasst fast vollständig, längs allen Seiten des Dreiecks, die jüngeren Sedimente, in besonderer Ausdehnung aber findet man sie an der Ostgrenze des Gebirges vom Münsterthal bis zum Stilfserjoche streichend und am Südrande zwischen Bormio und Livigno. Darüber folgt Verrucano, am Rande besonders verbreitet im Gebiete des Münsterthales oder in höheren Aufwölbungen auch im Innern der Gruppe, z. B. längs der Ofenpassstrasse, im Scarlthal u. s. w. Über dem Verrucano liegen die Gesteine der tieferen Trias, Muschelkalk, Partnach-Schichten, Arlbergkalk und Raibler-Schichten zumeist in eigenartiger Ausbildungsweise und endlich in grosser Mächtigkeit, die meisten Hochgipfel aufbauend, der Hauptdolomit. Jüngere Gesteine, Rhät und Lias, sind seltener (Piz Lischan bei Schuls und am Südrande zwischen Bormio, Livigno und Scans am Inn). Im Grossen und Ganzen haben diese Triassedimente eine flache Lagerung, sie füllen das erwähnte Dreieck aus und neigen sich gegen Nordwesten zum Inn herab. Nur zwischen Tarasp und Zernetz erhebt sich der oben erwähnte, schmale Streifen krystalliner Schiefer am Inn zu den Höhen des Piz Nuna, den der Inn in grossem, westlichen Bogen umzieht. Im Einzelnen aber zeigen sich grosse Störungen in Form von westöstlich streichenden Zusammenfaltungen, Längs- und Querbrüchen. Die von Südosten, vom hoch erhobenen Grenzkamme, dem Inn zuströmenden Bäche im Val d'Assa, Val d'Uina, Val da Scarl, sowie die Ofenpassstrasse gewähren gute Einblicke in den Gebirgsbau.

Der ganze Gesteinscomplex dieser Gruppe stösst im Norden längs des Inn von Martinsbruck bis Schuls wahrscheinlich an einer Bruchspalte an die den krystallinen Schiefen der Silvrettamasse angelagerten Bündnerschiefer.

14. Ötzthaler Alpen.

Umgrenzung. Reschenscheideck, Nauders, Oberinntal bis Prutz, Piller Joch, Wenns, Pitzthal, Imst, Ober-

innthal, Unterinnthal bis Innsbruck, Sill, Brenner, Eisack bis Sterzing, Jaufenthal und -pass, Passeyer, Vinschgau, Malserheide, Reschenscheideck. Der Einschnitt des Ötzthales, des Timbler Jochs und des Hintern Passeyer theilt die ganze Gebirgsgruppe in zwei Hälften, die Venter Gruppe im Westen und die Stubaiier Gruppe im Osten [150, 151, 173, 175, 197, 199, 223, 287, 300, 306, 360, 361, 383, 421, 474, 475, 477, 491, 499, 528, 725, 1001].

Gesteine. Den Hauptantheil am Aufbaue der Ötzthaler Alpen haben die altkrystallinen Schiefer, Gneisse, theils granitischkörnig (im Selrain, Ötzthal, Pitzthal), theils als Augen-, Flaser- und Knotengneisse entwickelt, Gneissphyllite, Glimmerschiefer, Kalkglimmerschiefer, öfters Bänderkalke und Marmor führend (zwischen Schlandernaun- und Matscherthal), Hornblendegneisse und -schiefer. Ferner Quarz- und Kalkphyllite am nördlichen und südlichen Rande der Gruppe. Besonders bemerkenswert ist jener als westliche Fortsetzung der Schieferhüllenzone der Tauern aufgefasste Zug dieser Gesteine [474], welcher, verbunden mit jüngeren sog. Kalkthonphylliten, vom Osten her über den Brenner auf die südliche Seite der Gruppe übergreift und, hochkrystallin geworden und vielfach den Habitus des Glimmerschiefers zeigend, über den Schneeberg bis zur Hochwildspitze fortsetzt und weiter westlich am Abfall der Gruppe gegen die Etsch neuerdings erscheint. Im Westen und Süden der Gruppe greifen von den Spöl- und Ortleralpen die eigenartigen Grauwackengesteine (vgl. Spöl-Alpen) herüber. Am Steinacher Joche liegen über den Phylliten und Kalkschiefern kleine Reste von Steinkohlenschiefern mit Pflanzeneinschlüssen, Sandsteine und Conglomerate der Carbonformation. Hochkrystalline Kalke und Dolomite der Trias mit eingelagerten Bänderkalcken (Glimmerkalken) und Thonglimmerschiefern findet man in Schollen längs der Brennerlinie, sowie am Westrande bei Graun discordant auf krystallinen Schiefeln. Dass am obern Inn aus dem Engadin die Bündnerschiefer der Samnaun-Gruppe herübergreifen, wurde schon früher hervorgehoben. Wenn man von den erwähnten granitischen Gneissen, deren Beziehung

zu den sie umgebenden Schiefen noch nicht hinreichend klar gelegt ist, absieht, kommen eigentliche Eruptivgesteine in der Gruppe selten vor. Solche sind aus den westlichen Gebieten (Langtauferer Thal, [Tonalit], dem Stock des Litzner, Mündung des Matscherthales [Granit]) bekannt geworden (474, 528). Auch die Granitgneisse des Ötzthales, am Taufererberg, an der Engelswand und am Acherkogel, werden als intrusive Massen angesehen [1001]. Selbstverständlich sind glaciale und postglaciale Ablagerungen allenthalben verbreitet.

Bau. Die beiden geographischen Gruppen, Venter und Stubai Gebirge, können geologisch nur theilweise und insofern auseinander gehalten werden, als der grössere Theil der ersteren Gruppe einen alten, wahrscheinlich schon in der Carbonzeit gefalteten Stock darstellt, welcher in der Folgezeit nie mehr unter Wasser sank, während ein Theil der letzteren zeitweise wahrscheinlich vom paläozoischen und mesozoischen Meere bedeckt war und in der Tertiärzeit an den Venterstock in engen Falten aufgestaut und angepresst wurde. Hiedurch mag auch eine getrennte Behandlung beider Gruppen gerechtfertigt sein.

a) **Venter Gruppe.** Vom nördlichen Rand der Gruppe bis zu den Wurzeln des Pitz- und Kaunserthales herrscht Gneiss mit eingelagerten Hornblendezügen. Der Gneiss nimmt stellenweise granitischen Charakter an*), wie bei Habichen (Acherkogel), südlich von Tumpen (Engelswand) und Köfels, südlich von Umhausen (Tauferer Berg). Mehr untergeordnet wechseln mit den Gneisszügen Streifen von Glimmerschiefer, denen Hornblendeschiefer eingefügt sind.

Die Hornblendegesteine erreichen ihre grösste Entwicklung in zwei Zügen; der nördliche derselben erstreckt sich vom Piller über den Wildgrat nach Umhausen (Hornblendezug von Umhausen), der südliche beginnt bei Kaltenbrunn im Kaunserthale und erstreckt sich, stets breiter werdend, über Grieskogel und Loibiskogel nach Huben im

*) Oder er ist, wie neuere Beobachter behaupten, wirklich ein intrusives Gestein.

Ötzthale. In diesem Zuge finden sich am Burgstein südlich von Längenfeld eklogitische Einlagerungen.

Die Hochgipfel liegen im Gneissphyllit und Glimmerschiefer; die Schichten streichen ebenfalls westöstlich bei sehr verschiedenem, theils senkrechtem theils nördlichem oder südlichem Einfallen.

Auch am ganzen Südabhange der Gruppe gegen die Etsch bleiben diese Gesteine herrschend. Ihre Schichten fallen in der Regel gegen Nordwest ein und streichen nordöstlich. Gneiss und Hornblendeschiefer erscheinen hier nur spärlich in einigen steilen Falten, so im Schnalserthale und am Abhange gegen Meran. Die eigenthümlichen Schiefer und deren kalkige Einlagerungen, welche von der Hochwildspitze zum Schneeberg streichen und von hier bis Sterzing fortsetzen, finden ihre Besprechung bei der folgenden Gruppe.

Am Nordfusse der Gruppe zwischen Nauders und Prutz schmiegen sich an den steil aufgerichteten Gneiss in wirrer, zerknitterter Lagerung die über den Inn herüberreichenden Schiefer des Engadins an, die wir schon bei den Silvrettaalpen kennen gelernt haben; es sind dies wohl zwischen alte starre Massen eingequetschte und infolge dessen stark umgewandelte jüngere Sedimente*).

Zwischen der Pitz- und Ötzthalmündung reicht von der Gruppe des Venetberges herüber ein schmaler Streifen von Quarzphyllit und angepresster, meist senkrecht stehender Triasschichten. Am Ausgange des Langtauferer Thales liegt am Endkopf auf dem Gneisse eine Scholle, bestehend aus Verrucano und grauem Dolomit (Hauptdolomit?).

Nach der Darstellung der älteren Geologen [151, 223] wären in der Gruppe zwei Fächer zu erkennen; im südlichen, westöstlich streichenden liegt die Haupterhebung Weisskugel—Similaun—Hochwilde; der nördliche streicht südwest-nordöstlich von der Weisskugel zur Wildspitz; dieser Fächer wurde auch von Teller (499) beobachtet.

b) Stubaier-Gruppe. In dieser Gruppe können wir zwei wesentlich verschieden gebaute Theile unterscheiden. Das

*) Vgl. übrigens die Anm. auf S. 140.

Gebiet zwischen Innthal, Ötzthal, Tümmeljoch, den Wurzeln des Ridnaun- und Pflerschthales, dem Pinniser Thale, Seejöchel und Sendesthal zeigt wesentlich denselben Aufbau, den wir an der Venter Gruppe kennen gelernt haben. Nur im Schichtenstreichen stellt sich eine Ablenkung nach Südosten ein.

Die höchsten Gipfel der Gruppe liegen im Gneiss, der in steilen Falten aufgerichtet ist; Glimmerschiefer erscheint zwischen den Gneisszügen untergeordnet. Der Granit von Habichen, Tumpen und Köfels setzt östlich vom Ötzthale nur wenig fort. Der Hornblendezug von Huben endigt im Gebiete des Sulzthal-Ferners, derjenige von Umhausen dagegen setzt sich über den Hohen Wasserfall nach Osten fort, löst sich sodann in mehrere schmale Züge auf, die, nach Südosten gewendet, durch die Quellthäler der Melach und das Oberbergthal (Viller Spitz, Blechner Kamp) sich im Halbkreise um den Alpeiner Gneissknoten herumlegen. Einige kleinere Züge folgen weiter im Norden durch die Gruppe des Hocheder und durch Selrain streichend. Sie gehören dem im Norden der Alpeiner Hochgipfel herrschenden Gneissphyllit und Glimmerschiefer an. Ein weiterer Gneisszug erscheint erst wieder am Nordabfall der Gruppe gegen das Innthal. Am Südabhange der Hocheder-Gruppe verzeichnen die Karten zwischen Gries und St. Sigmund eine grössere Graniteinlagerung.

Das besprochene Gebiet der Stubaier-Gruppe gehört geologisch zur Venter-Gruppe; es stellt mit dieser und den Silvretta-Alpen ein wahrscheinlich schon in paläozoischer Aera gefaltetes Gebiet vor, das zur Zeit der tertiären Faltung einen festen und widerstandskräftigen Horst bildete, an welchen von Süden her Faltenzüge angeschoben wurden. Die Silvretta- und dieser Theil der Ötzthaler Alpen stehen zwischen den beiden nach Norden convexen Bögen der West- und Ostalpen als stauende Massen, welche, wie man sowohl im Osten, als besonders im Westen von ihnen sehen kann, auf den Verlauf der Falten Einfluss genommen haben. Südlich von ihnen zerrissen die im Westen und Osten vorgeschobenen Schichten und liessen die ausgedehnten Granitmassen, wie wir sie in der Bernina-Gruppe sehen, emportreten. Sie selbst mögen als Ganzes in nord-

westlicher Richtung vorgeschoben worden sein und dadurch die gewaltige Auffaltung der Kalkalpen an den Lechquellen (Arlberggebiet), sowie die Ueberschiebung der Faltenzüge, die wir im Rhätikon kennen gelernt, veranlasst haben.

Diesem von Südosten her angepressten Faltenzuge gehört der südliche Theil unserer Gruppe, sowie der Südabhang der Venter-Gruppe an. Die Gesteine sind zum Theile eine Fortsetzung der im Norden der Zillerthaler Alpen in Falten gelegten Zone; es sind phyllitische und altpaläozoische (Stache's Kalkthonphyllite), z. Th. auch carbonische, permische und triadische Gesteine. Sie streichen über den Brenner ins Pflersch- und Ridnaunthal und von hier über den Schneeberg (hier Zink-, Blei- und Kupfererze führend) ins Pfeldersthal, wo sie an die eisumpanzerten, hoch aufgestauten Gneiss- und Glimmerschiefer- Gipfel an den Wurzeln des Ötztalles in zahlreichen Falten an- und unter sie eingepresst wurden. Die östlich vom Brenner noch deutlich als Phyllite, Thonschiefer und dichte Kalke entwickelten Gesteine nehmen hier einen hoch krystallinen Habitus an. Sie erscheinen als grossblättrige, granatführende Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und marmorartige Bänderkalke, zwischen denen flaserige und fast massige Gneisse entweder als Umwandlungsproducte jüngerer Gesteine oder aus der Tiefe hoch emporgespresst liegen. Diese letzteren, als Fortsetzung der Tauernfalten südlich von Sterzing über den Eisack nach Südwesten streichend, bilden den Südrand der Gruppe [477, 499].

Am Ostrande der Stubaiyer Alpen [851] legen sich längs des Wipphales nach Norden vorgeschoben und wahrscheinlich mehrfach übereinander gelegt noch mehrere Falten, welche theils phyllitische und paläozoische Schiefer (Steinacher Carbon), theils triadische (und Lias-) Kalke (Kalkgebirge längs der Brennerlinie) an die Flanken der krystallinen Schiefer der Stubaiyer Masse gelegt haben. Sie erscheinen heute meist stark metamorphosiert und hochkrystallin geworden, in scheinbar flacher Lagerung an der Westseite des Wipphales als „Kalkschollen“ auf den Schiefeln oder auch in sie eingefaltet vom Pflerschthal bis zum Inn („Brennerbucht“). Vom Brenner abwärts werden

diese Gesteine und ihre Unterlage längs der Sill durch eine im Brennergebiete selbst vielfach zersplitterte Bruchlinie von der Tauernmasse getrennt.

15. Adamello-Alpen.

Umgrenzung: Tonalepass, Val Vermiglio, Val di Sol, Meledrio, Campo, Val Nambino, Valle di Rendena, Val buona Giudicaria, Bagolino, Val di Freg, Passo di Croce Domini, Val delle Valli, Esino, Val Camonica, Tonale. [35, 44, 60, 140, 204, 228, 292, 316, 345^a, 383, 502, 503, 530, 532, 533, 549, 553, 560, 568, 576, 577, 614, 642, 684, 685, 749, 750, 762, 782, 801, 814, 823, 886, 939, 940, 941, 942, 1004, 1006, 1015].

Gesteine. a) Eruptivgesteine. Tonalit*), ein granitähnliches Gestein, vorwiegend aus einem weissen triklinen Feldspath (Plagioklas) und grüner Hornblende bestehend; daneben erscheint Quarz und brauner Glimmer. Accessorisch kommen vor Orthit, Titanit, Magnetit und Granat. Es finden sich mehrere Abänderungen in Zusammensetzung und Structur. Dunkle, hornblendereiche Partien durchsetzen gangförmig das helle Gestein oder sind putzen- und knollenförmig eingeschlossen [750, 782]. Am Rande nimmt das Gestein öfter Schieferstructur an („Tonalitgneiss“), welche durch Druck erzeugt wurde. Diese Randbildung tritt in der Nähe grösserer Störungslinien, also im Norden nahe der Tonalelinie, im Nordosten an der Judicarienlinie auf [823], fehlt aber am Ostrande der Tonalitmasse zwischen Val Genova und Val di Breguzzo.

Der Tonalit liefert die Hauptmasse des ganzen Gebirgsstockes; in ihm liegen die eisbedeckten Gipfel und Kämme der Adamello-Presanellogruppe, sowie südlich der Stock des Rè di Castello.

*) Der Name wurde vom Tonalepass genommen; dieser liegt aber nicht im Eruptivstocke, sondern in den nördlich angrenzenden krystallinen Schiefeln.

Ein besonders ausgebildeter, zweiglimmeriger Granit kommt in der Umgebung von Pinzolo vor. Westlich davon baut er den Stock des Corno alto, östlich den Sabbion auf [684].

Sowohl im Tonalit selbst, als auch in den umgebenden Sedimenten kommen ungemein reichlich gangförmig (meist mit östlichem oder nordöstlichem Streichen), sowie als Lagergänge, braune und grüne Eruptivgesteine vor, Diorite, Diabase, Porphyrte u. dgl. m. [684, 685, 782, 942, 943, 1006].

b) Krystalline Schiefer. Gneiss, Gneissphyllite, und vor allem Thonglimmerschiefer (Quarzphyllit, „Quarzlagenphyllit“ [939]). Diese Gesteine umgeben die Adamello-Presanella-Tonalitmasse im Osten, Norden und Westen; hier greifen sie weit nach Osten vor und schnüren so das Eruptivgestein zu einem schmalen Hals zusammen, durch welchen es zu beiden Seiten der mittleren Val di Daone mit dem südlichen Castellostocke zusammenhängt. Der letztere wird nur von jüngeren Sedimenten, Perm und Trias, umgeben, die im Contacte schöne Umwandlungen zeigen.

In Berührung mit dem Eruptivgesteine sind die Schiefer meist in fast massige Hornfelse umgewandelt und selbst in weiterer Entfernung vom unmittelbaren Contact zeigen sie reichlich Biotit- und Ilmenitausscheidungen und Einschlüsse fremdartiger Mineralien, wie Andalusit, Staurolith, Cordierit, Korund etc.

c) Perm- und Triasgesteine. Quarzporphyr und jüngere Porphyrgesteine und deren Tuffe am Südrande der Gruppe (fast rings um den Castellostock) verbunden mit mächtig entwickelten, mannigfaltigen schwarzen und grünen Schiefern, Sandsteinen, Conglomeraten und Schieferthonen als Vertreter der ältern Abtheilung der Permformation. Sie führen stellenweise Pflanzenreste und liegen discordant auf den krystallinen Schieferen. Über ihnen folgen rothe Thonschiefer und der Grödener-Sandstein.

Aus dem letzteren gehen allmählich die Werfener-Schichten (Servino) hervor; es sind dies dünnschichtige Schiefer und Mergel mit wenig Versteinerungen. Auf ihnen liegt sehr constant eine Lage hellgrauer Raubwacke („Zellendolomit“); dann folgt unterer und oberer Muschelkalk, ersterer, besonders mächtig, als dünngeschichteter, dunkler,

Hornstein führender Kalk, letzterer, wenig mächtig, knollig, mergelig, Ammoniten führend. Endlich in geringer Ausdehnung Buchensteiner-Schichten und Wengener-Riffkalk (Esinokalk).

Alle diese Gesteine haben durch den Einfluss des empordringenden Eruptivgesteins mannigfache Veränderungen erlitten und zwar in unmittelbarer Berührung mit ihm sehr auffallende, in grösserer Entfernung wenigstens solche, die mit dem Mikroskope nachweisbar sind. So sind die Sandsteine und Conglomerate im Contact in hornfelsartige, gefleckte Gesteine mit eigenthümlichen lagen- oder kugelförmigen Anhäufungen von Biotit und verändertem Cordierit umgewandelt (Fleckfelse); die Thonschiefer erscheinen im unmittelbaren Contact auch als Hornfels, in grösserer Entfernung sind sie in gneiss- und glimmerschieferähnliche Gesteine („Pseudogneisse“) verwandelt. Die Triaskalke findet man im unmittelbaren Contact meist in Form von weissem Marmor, in welchem schöne Mineralien (Granat, Vesuvian, Epidot) ausgeschieden sind; in grösserer Entfernung führen sie fast nur Prismen von Dipyr. Der aus dem Zellendolomit entstandene Marmor enthält keine Mineralien. Die Contactwirkung kann auf mehr als 1000 m Entfernung vom Tonalit nachgewiesen werden.

Diese Umwandlungszone permo-triadischer Gesteine erscheint in ausgezeichneter Weise fast rings um den Castellostock; aber auch an der Adamello-Presanellamasse findet man sie und zwar zunächst als schmale Zone am Westrande und dann in isolierten, eingeklemmten Partien innerhalb des Tonalitgebietes [345^b, 428, 502, 530, 553, 762, 782, 823, 886, 966].

Dass im Adamellogebiete reichlich glaciäle Ablagerungen vorhanden sind, ist begreiflich. Sie werden in der Literatur oft erwähnt, doch fehlt bisher eine übersichtliche Darstellung derselben.

Bau. So schwierig die Erklärung zahlreicher, höchst-complicirter und merkwürdiger Lagerungsverhältnisse im Einzelnen ist, so einfach erscheint der Bau des Gebirges im Grossen und Ganzen.

Wie erwähnt, hat weitaus den wesentlichsten Antheil am Aufbau des Gebirges der Tonalit. Über die innere Structur dieser riesigen Eruptivmasse ist noch wenig bekannt, wahrscheinlich besteht sie aus mehreren, ineinandergeschachtelten Ergüssen, worauf schon die petrographischen Unterschiede hinweisen. Sehr bemerkenswert ist die nicht seltene Bankung des Gesteines [576, 750]. Ein Theil der die Bankung hervorrufenden Klüfte dürfte durch die gebirgsbildenden Kräfte hervorgerufen worden sein („Druckfugen“), andere Klüftungen sind Absonderungsfugen („Structurfugen“). Letztere scheinen der Grenzfläche der Eruptivmasse parallel zu sein [1015].

Dass die gewaltige Tonalitmasse ausserdem noch von zahlreichen Verwerfungsspalten durchsetzt ist, kann kaum bezweifelt werden; sie dürften aber in dem gleichförmigen Gesteine selten oder überhaupt nicht nachweisbar sein. Leichter erkennt man sie dort, wo Reste der einstigen Decke von Sedimentgesteinen innerhalb der Eruptivmasse erhalten sind. Dies ist z. B. der Fall in der nordwestlichen Ecke des Adamellostockes, wo die gewaltige „Gallinerverwerfung“ den Monte Aviolo von der Hauptmasse trennt. Hier, aber auch an anderen Stellen, wie z. B. an den Wurzeln der Val Caffaro, sind stark metamorphosierte Triaschichten mitten im Tonalit eingeklemmt [965, 1015].

Über die wahrscheinliche Form der ganzen Eruptivmasse fügen wir unten einige Bemerkungen bei.

Die den nördlichen Theil der Eruptivmasse umgebenden Schiefer haben im Norden und Westen ein ostwestliches, im Osten ein südsüdwestliches Streichen. In der Nähe des Tonalits aber folgt das Streichen der Schiefer zumeist ziemlich genau der Grenze des Eruptivgesteins, so dass hier der Schein einer mantelförmigen Umlagerung entsteht. Im Norden und Nordwesten fallen die Schiefer in der Nähe des Eruptivgesteins zumeist steil, in grösserer Entfernung flacher vom Stocke ab; im Osten und Westen aber schiessen sie in der Regel steil unter die Eruptivmasse ein. Dabei zeigt sich, dass es gewöhnlich die jüngsten Schichten des Schichtencomplexes sind, welche mit dem Eruptivgesteine in Berührung treten. Am Nord- und Ostrande (der übrigens noch nicht hinreichend bekannt ist),

sind es wohl nur krystalline Schiefer, Gneissphyllite und Thonglimmerschiefer, welche in Berührung mit dem Tonalit treten und durch ihn umgewandelt wurden, im Westen aber liegen auf diesen Schiefeln discordant permo-triadische Schichten, die heute als schmales, steil unter den Tonalit einschliessendes Band seine Grenze begleiten. Es sind dies hoch metamorphosirte, den krystallinen Schiefeln gleichende Gesteine (Perm und Servino) und in weissen Marmor umgewandelte Triaskalke, durchzogen von zahlreichen lagerartig und gangförmig durchsetzenden Eruptivgesteinen. Dieser Streifen greift im Nordwesten in die Tonalitmasse ein und liegt hier zwischen dem östlichen Hauptstocke (Baitonegruppe) und dem westlich gelegenen Monte Aviole eingeklemmt. Mitten durch ihn setzt hier aus dem Gallinerathale hinüber in die Val d'Avio und weiter nach Osten eine Bruchspalte, die sogenannte Gallinera-Verwerfung [966].

Nach aussen hängen die Schiefer im Westen mit dem aus der Val Tellina in die Val Camonica herüberstreichenden Schieferzug zusammen; im Osten aber werden sie durch die von Dimaro längs Val Selva (Meledriothal) über Campiglio und Val Nambino in die Val Rendena fortsetzende Judicarienlinie abgeschnitten. Auch im Norden streicht aus der Val Camonica über den Tonalepass nach Dimaro eine Bruchlinie (Tonalelinie), längs welcher der nördlich fallende, meist von Kohle schwarz gefärbte Phyllit des Adamellostockes an dem südlich fallenden Gneissphyllit der Ortlergruppe absetzt [823, 939].

Den südlichen Theil der Eruptivmasse, den Stock des Rè di Castello, umlagern nur permo-triadische Schichten. Diese letzteren liegen im Süden flach über den krystallinen Schiefeln des Muffetozuges, welche selbst wieder längs einer von Lodrone über Bagolino in die Val Trompia ziehenden Bruchlinie („Trompia-Linie“) an die abgesunkenen triadischen Kalke der Brescianer Alpen stossen. Es folgen über den krystallinen Schiefeln zunächst ältere Quarzporphyre, dann die untern Permschichten, neuerdings Porphyre, dann die höhern Permsedimente und der Grödener Sandstein. Erst in der Nähe des Castellostockes folgen darüber die Triassedimente. Hier geht nun die im allgemeinen herrschende flache, sanft nach Norden geneigte

Lagerung mehr und mehr in ein steileres nördliches Einfallen über und endlich senken sich die stark metamorphosierten Bänke des obern Muschelkalkes unter die übergeschobenen Massen des Eruptivgesteins ein. Gegen Westen setzen sich diese Schichten in die Val Camonica fort, greifen hier wiederholt tief in den Eruptivstock über und wenden sich schliesslich im Norden desselben, am Lago d'Arno, zu einem schmalen, discordant über den krystallinen Schiefen der Val di Savione liegenden Streifen zusammengeschnitten, gegen Osten, wo sie am Passo di Forcellina mit dem früher erwähnten, schmalen Streifen metamorpher, permo-triadischer Gesteine im Westen der Adamellomasse zusammentreffen. Die nördlich folgenden krystallinen Schiefer des Monte Campellio am Grenz- kamm gegen die mittlere Val Daone scheinen hier, da sie den Gebirgskamm aufbauen, während der Tonalit nur im Thale ansteht, über dem letzteren zu liegen, fallen aber auch hier in Wirklichkeit unter ihn ein. Die discordante Überlagerung der Permschichten über den krystallinen Schiefen am Lago d'Arno hat Anlass zur Annahme einer den Stock des Rè di Castello von der nördlichen Tonalit- masse trennenden Bruchlinie („Campellio-Linie“) gegeben [855, 939].

Auch um die Ostseite des Castellostockes legen sich die genannten permo-triadischen Schichten. Dabei beherrschen die Triassedimente mehr und mehr das Terrain; sie senken sich westlich an der Tonalitgrenze in stark metamorphosiertem Zustande unter das Eruptivgestein*), im Osten neigen sie sich rasch und oft compliciert zersplittert gegen die Judicarien Bruchlinie herab, von der sie, wie die Permschichten weiter südlich, abgeschnitten werden. Profil 70. Am Südgehänge der Val Breguzzo greifen diese Schichten in sehr verworrener Lagerung auf die krystallinen Schiefer der östlichen Umgrenzung des Adamello-Presanella-Massivs über.

Sowohl über die Zeit der Eruption als auch über die Natur dieser mächtigen Eruptivmasse, die trotz der vielen

*) Diese Grenze wird auch als Überschiebungsfläche gedeutet [568].

Detailbeobachtungen, eigentlich noch viel zu wenig bekannt ist, wurden die verschiedensten Ansichten ausgesprochen. Lepsius [502] lässt das bereits erstarrte, aber noch heisse Gestein aus der Tiefe in den Muschelkalk emporgeworfen werden. Mojsisovics [523] vermuthet darin die im Schlotte eines permischen Vulkans erstarrte Masse, dessen Laven die Quarzporphyre seien. Curioni [345^b], Stache [530, 553] und Reyer [576, 750] denken an submarine Oberflächenergüsse der Perm- und Triaszeit. In neuerer Zeit ist man überzeugt, dass man es mit einem in der Tiefe, unter der Decke einer mächtigen Sedimentkruste erstarrten Eruptivgestein zu thun hat; nur bezüglich der Zeit der Eruption und der Art der Einlagerung in die Schichtgesteine, ob als Stock oder Lakkolith, gehen die Meinungen sehr auseinander. Suess [749] hält den Tonalit für jünger als die Trias, Löwl [855] schied durch die oben erwähnte Bruchlinie des Monte Campellio den „Tonalitlakkolithen“ des Adamello von dem „Tonalitstocke“ des Rè di Castello. Ersterer sei in vorcarbonischer Zeit, letzterer nicht vor der Trias gefördert worden.

Weitaus am eingehendsten hat Salomon (vgl. die citierte umfangreiche Literatur) das Adamello-Gebirge, besonders an der West- und Südseite studiert. Nach ihm ist die einheitliche Adamello—Castello-Tonalitmasse ein intrusives, plutonisches Gestein, das unter einer dicken Kruste älterer Sedimente erstarrt ist; es steht hinsichtlich seiner Lagerungsform in der Mitte zwischen den Stöcken und den Lakkolithen, an welch letztere der über weite Strecken anhaltende Parallelismus zwischen seiner Grenzfläche und den Schichtflächen der umlagernden Schichten erinnert.

Bezüglich des Alters des Tonalits fällt auch Salomon kein ganz bestimmtes Urtheil, doch geht nach ihm aus zahlreichen Erscheinungen die grosse Wahrscheinlichkeit hervor, dass das Adamello-Eruptivgestein, gleichwie die übrigen, das grosse adriatische Senkungsfeld umgebenden granitischen Ergüsse (Ifinger, Riesenferner etc.) und die im Senkungsfelde selbst aufbrechenden Massen (Klausen, Predazzo—Monzoni, Cima d'Asta) kaum älter als alttertiär sein kann.

Dafür, dass der Adamello-Tonalit ein Lakkolith ist, sprechen viele Erscheinungen und die von Salomon [966] hervorgehobenen Schwierigkeiten dürften sich beheben lassen, wenn man annimmt, dass die Intrusivmassen sich grösstentheils zwischen die Transgressionsfläche auf den krystallinen Schiefen und die übergreifenden permotriadischen Schichten einschoben und dass nach der Eruption beide, Schicht- und Massengestein, wenn auch in ungleichem Masse, gefaltet zumeist nach Süden und Südosten überschoben [568] und nach der Faltung erodiert wurden. Diese Vorstellung soll das schematische Bild 55 unterstützen; die Eruptionsspalte könnte man sich in der nordsüdlichen Richtung liegend denken, was in der Zeichnung nicht darstellbar war.

16. Ortler Alpen.

Umgrenzung: Stilfserjoch, Trafoier Thal, Glurns, Vinschgau, (Etsch), Meran, Lana, Ultenthal, Kalchthal (Maraun B.), Castrin Sattel, Val di Pescara, Val di Sol (Noce), Val Vermiglio, Tonalepass, Val Camonica (Oglio), Edolo, Val di Corteno, Apricapass, Val Tellina (Adda), Bormio, Valle di Braulio, Stilfserjoch. [253, 268, 345, 449, 450, 451, 474, 475, 528, 529, 552, 578, 802, 939, 968].

Gesteine. Krystalline Schiefer, Gneiss, oft fast massig werdend und an Granit erinnernd oder pegmatitisch entwickelt (granitische Lagermassen?), Gneissphyllite, untergeordnet Hornblendeschiefer. Diese Gesteine bilden die Unterlage aller folgenden; sie treten allenthalben, besonders häufig in den tiefen Thaleinrissen zu Tage. Jüngere, oft an klastische Gesteine erinnernde Gneisse, „Wackengneisse“ [474]. Mannigfache Schiefer, theils vom Habitus des Quarzphyllits und Glimmerschiefers, oft granatführend, theils als Chlorit und Talkschiefer entwickelt, stellenweise mit reichlichen Einlagerungen krystallinen Kalkes (Marmor), wélche als Äquivalente der „Schieferhülle“ der Tauern aufgefasst werden. Sie erscheinen in mehreren südwestlich

gerichteten Zügen über den altkrystallinen Schiefern und zwar zunächst am Nordrande der Gruppe der Etsch entlang und von dort ins Gebiet der Laaserferner fortsetzend; dann ein zweiter am Grenzkamme zwischen dem Martell- und Etschthal einerseits und dem Ultenthal andererseits. Dieser Zug setzt nach Westen in die Eiswüsten fort, welche die Zufallspitze rings umgeben. Südlich folgen noch mehrere kleinere Züge ähnlicher Gesteine. In höherem Niveau treten Thonglimmerschiefer („Casannaschiefer“) auf, welche von manchen Geologen der Carbonformation zugerechnet werden; sie stehen in Verbindung mit echten klastischen Gesteinen, Talkwacken, Sandsteinen (Verrucano), welche bereits in der Übersicht der Spöl-Alpen aufgezählt wurden. Sie sind auf die nordwestlichen Gebiete beschränkt und werden dort von den triadischen Kalk- und Dolomitmassen überdeckt, welche aus den Spöl-Alpen in unsere Gruppe herübergreifen.

Am Südostrande der Gruppe werden durch die hydrographischen Grenzen (Noce, Pescarathal) auch noch permotriadische Gesteine umschlossen, welche aber bei den benachbarten Gruppen, zu denen sie geologisch gehören, Erwähnung finden. — Glaciale Ablagerungen, in Form von Grundmoränen und erratischen Blockmassen allenthalben sehr reichlich.

Eruptivgesteine. Granit, grobkörnig mit blaugrauem Feldspath, hellglimmerig, turmalinführend, im Martellthale und im Veltin (Bolladora), feinkörnig im Kuppelwieserthal in Ulten; ferner die schon ausserhalb unseres Gebietes liegenden, mannigfaltigen granitkörnigen Gesteine des Veltin; sie liegen in den Gneissphylliten. Wahrscheinlich gehören hierher auch die oben erwähnten pegmatitischen Lagermassen, wie sie besonders im Gebirgszuge zwischen der Etsch und dem Ultenthale auftreten. Tonalit und dessen gangförmige Apophysen am Ausgange des Ultenthales. Eigenthümliche Porphyrite („Paläoandesite“, Ortlerit, Suldenit) lagerförmig in den Quarzphylliten besonders im hinteren Sulden- und Martellthale, dann im Gebirgsstocke des Confinale zwischen Val di Zebro und Val Fulva östlich von Bormio. Rollstücke dieser Gesteine sind in den genannten und den nach Süden ausstrahlenden

Thalfurchen der Gruppe weit verbreitet [474, 528]. Dioritische, durchgreifende Gesteine local beschränkt im Südwesten der Gruppe [968].

Bau. Über die Tektonik dieses Gebietes ist wenig bekannt. Wir sind hier auf einzelne zerstreute Notizen und die Angaben von Karten verwiesen. Dies gilt besonders vom tirolischen Antheil der Gruppe, dem allein wir grössere Aufmerksamkeit widmen können.

Vor allem fehlen Angaben über das Verhältnis der jüngeren Schiefer und der Triasbildungen zu den Gneissphylliten rücksichtlich der Concordanz und Discordanz ihrer Schichtenlage, was von besonderer Bedeutung wäre. Desgleichen sind die Altersverhältnisse der Gesteine zwischen den altkrystallinen Schiefen und der Trias durchaus noch unklar.

Im Norden wird die Gruppe durch das Etschthal begrenzt. Die Strecke Töll—Naturns liegt im Schichtenstreichen; oberhalb Naturns schneidet das Thal in spitzem Winkel durch die nach Südwesten streichenden Schichten. Da hier die marmorführenden Schiefer am Gebirgsfusse auftreten, nördlich davon aber, am Südgehänge des Ötzthalerstockes, hoch oben im Gebirge (schwarze Wand südlich von Unser Frau in Schnals bis Schwarzer Knott oberhalb Eyers), so dürfte diese Strecke einer Verwerfung ihre Anlage verdanken. Im Nordwesten hängen sämtliche Gesteine im Streichen mit den Schichten der Spöl-Alpen zusammen. Im Süden wird die Gruppe durch die von der Val Camonica über den Tonalepass nach Dimaro streichende „Tonale-Bruchlinie“ von der südlich folgenden Adamellogruppe getrennt. Gegen Osten scheidet sie die Judicarienlinie von den Gebirgen der Etschbucht.

Soviel aus den Andeutungen über den Bau zu entnehmen ist, besteht das Gebirge im Grossen und Ganzen aus nordost-südwestlich streichenden Falten, die meist eng aneinander gepresst, stellenweise sogar übereinander geschoben sind. Innerhalb des den Grundstock des Ganzen bildenden Gneiss-Glimmerschiefer-Complexes ist die Feststellung der Tektonik überhaupt äusserst schwierig; die Streichungsrichtung bleibt fast überall dieselbe, die Fallrichtung wechselt wiederholt.

Im südlichen Theil der Gruppe gewähren die langgestreckten Auffaltungen von Flasergneiss, die in mehreren Zügen quer durch die gegen Süden sich öffnenden Thäler (Val Bresimo, Val Rabbi) durchziehen, einige Anhaltspunkte. Desgleichen die spärlichen Hornblende-schiefer-Streifen, welche besonders nahe dem Südrande steil gegen Norden einfallend in gleicher Richtung durchsetzen.

Auffallend sind in diesem Zuge Einlagerungen von Olivingesteinen im Gebirge zwischen Ulten und Nonsberg und weiter westlich in Val Bresimo und Val Rabbi. Diese Gesteine liegen linsenförmig im Gneisse und sind nicht eruptiven Ursprungs [44, 554, 578, 1017].

Züge jüngerer Schiefer, Quarzphyllite und Gesteine der Schieferhülle, sind da und dort in den Faltenmulden erhalten. So ein Zug von der Seefeldspitze nach Rabbi und weiter westlich zum Vedrigan streichend und einige kleinere, im Gebirge beiderseits vom untern Pejothal. In einem dieser Züge finden sich am Tonale, nördlich vom gleichnamigen Passe, neben reichlichen Kalkzügen auch mehrere Dioritlager.

Nördlich vom Ultenthal und dem eisbedeckten Grenzkamme, dessen Culminationspunkt die Zufallspitze ist, liegen in dem den Grundstock bildenden Gneissphyllite Granitmassen, welche in domförmigen Aufwölbungen von Thaleinrissen (mittleres Martell, Kuppelwieserbach in Ulten) angeschnitten werden, oder lagerförmig den Gneissen eingeschaltet sind (Pegmatitlager im Gebirgsrücken zwischen Ulten und Etschthal).

Die herrschenden Gesteine sind die über den Gneissphylliten folgenden jüngeren Bildungen und zwar zunächst granatführende Glimmerschiefer mit Marmor-Einlagerungen (Staches Kalkphyllitgruppe = Schieferhülle), dann dunkle Quarzphyllite und verschiedene Schiefer, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass ihnen lagerförmig eigenartige Eruptivgesteine, die „Paläoandesite“ eingefügt sind. In Blockform sind diese Gesteine im Martell und Sulden weit verbreitet, anstehend fanden sie sich an der hintern Gratspitz und im Gebiete der Eisseespitz im obersten Sulden-thale, sowie am Abhange des Soyjochs oberhalb St. Gertraud

in Ulten und im Veltlin in der Umgebung von Sta. Catterina in Val Forno (Südgehänge des Confinale, Nordgehänge des Pizzo Tresero und Monte Gavia).

Der nördliche Zug dieser Schiefer beginnt bei Naturns an der Etschthalsole, setzt dann durch die Mündung des Tablander- und Tarschergrabens, weiter quer über den Ausgang des Martellthales und erhebt sich westlich davon zum Gebirgskamme zwischen Martell- und Laaserthal, wo er an Breite bedeutend zunimmt und mehr und mehr das herrschende Gestein wird, das die höchsten Gipfel um den Laaser Ferner, vom Saurüssel im Norden bis zur Suldenspitz im Süden aufbaut. Der östliche, schmale Theil dieses Zuges bildet eine unter den südlichen Gneissphyllit einfallende Falte; die Lagerungsverhältnisse im westlichen Theile sind nicht hinreichend bekannt. Den Einlagerungen krystalliner Kalke in diesen Schiefeln gehören die bekannten Marmor-Vorkommnisse des Vinschgaus (Laas, Göflan etc.) an.

Ein zweiter Zug dieser Gesteine folgt in Form einer zusammengepressten Mulde dem Grenzkamme zwischen Vinschgau und Ulten, geht dann in den südlichen Gebirgskamm von Martell über und bildet allenthalben das anstehende Gestein unter den Gletschern des Grenzkammes gegen die östlichen Seitenthäler des Veltlin von der Suldenspitze bis Corno dei tre Signori, hängt also im Norden mit dem früher genannten Zug zusammen. Von hier setzt er sich gegen Westen ins Veltlin fort, wo er das herrschende Gestein darstellt. Auch über den Bau dieses Zuges ist Genaueres nicht bekannt.

Im äussersten Westen greifen die bündnerischen Triasbildungen über Casannaschiefern und Verrucano in unser Gebiet bis zur Königspitze herüber. Diese, der Zebbru und Ortler, sowie der ganze, eisbedeckte Kamm zwischen der Stilfserjochstrasse und Val Zebbru liegen in dem triadischen Ortlerkalk. Die mächtigen Bänke dieses meist dunkeln Kalkes neigen sich vom Ortler gegen Westen ins Trafoierthal hinab, setzen dann zu einer schmalen Mulde zusammengepresst nach Westen fort und hängen jenseits des Stilfserjoches mit den Kalkmassen des Piz Umbrail und Monte Braulio zusammen. Unter ihnen tauchen an der Stilfser-

jochstrasse wieder die Verrucanogesteine und Casannaschiefer hervor. Auch südlich treten unter dem Ortlerkalk am Nordgehänge der Val Zebbru, über Bormio nach Westen streichend wieder Verrucano und Casannaschiefer — letztere das herrschende Gestein dieses Gebietes — zutage, so dass die Ortlertrias eine muldenförmige Lagerung besitzt. Es mag als bemerkenswert hervorgehoben werden, dass die höchste Erhebung der deutschen Alpen somit nicht einer Aufwölbung, sondern einer geologischen Depression angehört.

17. Penser Gebirge.

Umgränzung: Meran, Passer, Waltenbach, Jaufenpass, Jaufenthal, Sterzing, Eisackthtal bis unterhalb Klausen, Zargenbach, Villanderalpe, Schwarzer See, Sarnthein, Öttenbach, Kreuzjoch, Naifpass, Naifschlucht, Meran. [302, 477, 500, 521, 556, 557, 579, 586, 594, 749, 750, 954, 966, 967, 1018].

Gesteine. Gneisse in mannigfachen Abänderungen, — Glimmerschiefer im Schieferzuge nördlich vom Brixener-Granit, — Quarzphyllit in der gewöhnlichen Ausbildungsweise, zuweilen mit Gneisseinlagerungen südlich vom Granit; eine Zone feldspathreicher oder quarzitischer Schiefer an der Granitgrenze. — Talkige und sericitische Gneisse (Wackengneisse), Verrucano, Quarzporphyr, — dunkle, graphitische Thonschiefer, Bänderkalke und Diploporen führende Kalke (wahrscheinlich mesozoische Schichten) eingefaltet im nördlichen Gneisszuge. — Granit (auch „Granitit“ genannt, der Hauptmasse nach Tonalit) in zahlreichen Abänderungen in Zusammensetzung und Structur zwischen Mauls und Franzensfeste aus dem Pfunderser Gebirge herübersetzend und bis zum Ifinger fortstreichend; am Nordrande in Form von Tonalitgneiss („Oligoklasschiefer“ [302, 579, 855]) ausgebildet [209, 302, 579, 954, 966, 967, 1018]. — Diorit (Norit), auf Spalten stock- und gangförmig oder in den Schiefeln lagerartig auftretende Eruptivmassen bei Klausen. Die Gesteine bilden petrographisch eine Reihe

von echten Quarzglimmerdioriten bis zu den Noriten, wobei erstere in grösseren Massen, letztere mehr an der Peripherie vorkommen [556, 557, 594, 750, 966].

Bau. Die Penser Alpen gehören dem südlichen Theile des Faltenzuges an, der von den Tauern herüberstreichend an die alte Masse des Ötzthalerstockes von Südost her angepresst wurde. Den nördlichen Theil dieses Faltenzuges haben wir bereits bei den Stubaier Alpen erwähnt. Dort waren es vorherrschend die aus dem Pfitschthale herübersetzenden Schieferhüllengesteine, welche in langgestreckten, eng zusammengepressten Falten theilweise unter die alten Gneisse des Ötzthalerstockes geschoben wurden; hier ist es der südlich von der Zone der Schieferhüllengesteine auftretende Gneiss- und Glimmerschieferzug, den wir in den Tauern als Pusterthaler Faltengebirge kennen lernen werden. Dieser Zug verschmälert sich westlich vom Ahrenthal bis Mauls ausserordentlich, nimmt aber westlich vom Eisack unvermittelt wieder an Breite zu und bedeckt fast das ganze Gebiet zwischen Pens und Jaufenthal. St. Leonhard in Passeier und dem Ifinger. Unter Beibehaltung derselben Streichungsrichtung setzt er zwischen St. Leonhard und Meran schief über die Passer nach Westen fort.

An seiner Südgrenze taucht unter ihm der Brixener Granitstock hervor. Derselbe wird vom Eisack in seiner grössten Breite (13 km) durchschnitten; gegen Westen verschmälert er sich aber rasch. An der Nordflanke des Penserthales ist der Granit nur als schmale Einlagerung in den Schiefen nachweisbar, gegen Meran hin geht er aber wieder etwas in die Breite (3 km). An der Südseite des Granits liegt zwischen dem Penser- und Eisackthal Quarzphyllit. Am Eisack bildet der Granit eine domförmige Aufwölbung; von ihm fallen im Süden die Quarzphyllite, im Norden die Gneisse mantelförmig ab. Dieselbe Lagerung behalten die Gneisse am ganzen nördlichen Abhange der Granitaufwölbung bis Meran. Im südlichen Phyllit jedoch ändert sich die Fallrichtung in der Weise, dass beim Fortschreiten nach Westen die Schichten allmählich mehr und mehr unter den schmalen Granitstreifen im Penserthale, der die Verbindung des grossen östlichen Stockes mit jenem

von Meran herstellt, einfallen, so dass hier der den Schiefem eingelagerte Granit mit den ersteren in einer Falte nach Süden geschoben erscheint. Noch weiter gegen Westen, am Ifinger, entwickelt sich aus der Falte ein Riss und die Phyllite westlich vom Penserthal fallen mit dem aufgelagerten Porphyry und Grödener-Sandstein der Naif unter die nach Süden aufgeschobene Granitmasse ein.

Das nördlich vom Granit liegende Gneissgebirge besteht aus mehreren zusammengepressten nach Süden überschobenen Falten. Besonders sind zwei Faltenzüge durch die in den engen Mulden eingeklemmten Gesteine bemerkenswert. Der südliche liegt unmittelbar auf dem granitischen Kern und reicht vom Plattenjoch bei Meran bis Pens. Der nördliche beginnt bei Stilfes am Eisack, streicht dem ersten ungefähr parallel über den Grenzkamm zwischen Jaufenthal und dem Waltenbach einerseits und dem Penserthal andererseits nach Südwesten fort. In diesen Falten findet man zwischen dem Gneiss und Glimmerschiefer talkige, gneissähnliche Gesteine (Wackengneiss, Verrucano), dunkle graphitische Schiefer und endlich Kalke, welche letztere im nördlichen Zuge deutliche Versteinerungen (Diploporen etc.) führen. Es sind dies offenbar tief eingefaltete Reste einer einstigen weit über die krystallinen Schiefer der Centralzone ausgebreiteten Decke mesozoischer Gesteine. Die Diploporenkalke der nördlichen Falte keilen im Weissenbachthale aus, die Wackengneisse aber lassen sich noch weit nach Westen im Passeierthale südlich von St. Martin und im Gebirge nördlich von Meran verfolgen.

Im südlichen Phyllitgebirge findet man auf den Höhen südlich von Schalders wiederholt gneissartige Gesteine eingeschaltet. Besonders bemerkenswert aber sind die bei Klausen stock- und lagerförmig in die Phyllite eingelagerten dioritischen Eruptivgesteine. Da sie in der westlichen Fortsetzung der Villnöser Bruchlinie auftreten, dürfte ihre Eruption mit der Bildung dieser Störungslinie zusammenhängen. [556, 557, 594].

18. Hohe Tauern.

Umgrenzung: Brenner, Wippthal, Schmirnthal, Tuxerjoch und -thal, Zillerthal, Gerlosthal und -pass, Salzach im Ober- und Unterpinzgau, Grossarlthal, Murthörl, Murwinkel, Katschberg, Linsenthal, Oberdrauthal, Pusterthal, Eisackthal, Brenner. [4, 62, 63, 75, 241, 291, 300, 302, 327, 328, 329, 383, 553, 579, 580, 592, 593, 606, 684, 800, 828, 855, 874, 882, 883, 914, 959^a, 964, 966, 982, 983, 991].

Für uns kommt nur der tirolische, also bis zum Grossglockner und dem obern Möllthale reichende Theil in Betracht.

Der in unser Gebiet hereinreichende Theil der Hohen Tauern zerfällt in folgende Gruppen: a) Zillerthaler Alpen, b) Venediger Gruppe, c) Glockner Gruppe, d) Pfunderser Gebirge, e) Rieserferner Gruppe, f) Villgrattener Gebirge, g) Röth Gruppe, h) Schober Gruppe.

Gesteine. Gneisse, zahlreiche Varietäten, ein- und zweiglimmerige Schiefergneisse, Flaser-, Augen- und Krongneisse, porphyrische Gneisse u. dgl. m. sowohl im Gebiete des Tauern-Gneissgewölbes, als auch in dem Pusterthaler Faltengebirge. Gneissphyllite und Glimmerschiefer, vorzüglich in dem Pusterthaler Faltengebirge, damit verknüpft Hornblendeschiefer und -gneiss. Phyllite (Quarz- und Kalkphyllite) und Thonglimmerschiefer mit ihren Gneiss-, Glimmerschiefer- und Kalkeinlagerungen. Schieferhüllengesteine, Kalkglimmerschiefer, Sericit- und Talkschiefer, Chloritschiefer, Strahlsteinschiefer, (im Pfitschthale) Thonschiefer, Kalk, Dolomit und Serpentin; Schiefer, Quarzite, Kalk und Dolomit unsichern oder mesozoischen Alters vor allem im Pusterthaler Faltenzuge [606]. Eruptivgesteine. Granit und Tonalit (die Kernmassen der Tauern, der Rieserferner, sowie der Brixener Eruptivstock), dioritische und porphyritische Ganggesteine („Klausenite“ [982]), vor allem im Pusterthaler Faltengebirge weit verbreitet. Sie durchsetzen sowohl die Schiefer, wie die ältern Massengesteine [291, 302, 400, 593, 684, 685, 828, 855, 966, 932, 983, 991].

Bau. Eine Übersicht über den Bau der Centralalpen östlich vom Brenner haben wir früher (S. 136) gegeben. Wir beschränken uns deshalb hier auf eine Skizze des Aufbaues der oben genannten Theilgruppen der Hohen Tauern.

a) **Zillerthaler Alpen**, zwischen Brenner und Birlucke, Tuxerjoch, Gerlospass, Schlüssel-, Pfunderser-, Eisbrucker- und Neveserjoch. Den Grundstock dieser Gruppe bildet der sog. „Centralgneiss“ („Centralgranit“). Die mannigfaltigen unter diesem Namen zusammengefassten Gesteine erheben sich im östlichen Theile der Gruppe zu einer gewaltigen Masse, deren geschichtete Randbildungen im Norden nördlich, im Süden südlich einfallen. Die granitischen Centralmassen sind in zwei langgestreckten Kernen, einem nördlichen (unteres Krimmlthal-Gerlosgletscher-Ahornspitz-Grosser Jngent-Breitlahner) und einem südlichen (Grossvenediger-Zillerthalerkamm-Hochfeiler) vorhanden, die sogar wesentlich verschieden sein sollen [885]. Im östlichen Gebiete (tirolisch-salzburgische Grenze) ist diese Trennung noch unsicher, weiter gegen Westen jedoch löst sich die scheinbar einheitliche Granitmasse deutlich in zwei nach Süden übergeschobene Gewölbe auf, von denen das nördliche den Tuxerkamm, das südliche den westlichen Ausläufer des Zillerthaler Hauptstockes bildet*). Beide Gewölbe sinken gegen Westen unter jüngere Gebilde ein. Diese letzteren, die sog. „Schieferhüllengesteine“, streichen mit nördlichem Einfallen, theils unmittelbar über dem Granit, theils über dem Schiefermantel liegend, vom Gebirge zwischen Gerlos und Zillergrund ins Tuxerthal und zum Brenner, wo sie sich mit westlichem Falle über das absinkende Tuxergneissgewölbe legen.

Man kann in dem letztgenannten Schichtencomplexe von unten nach oben folgende Glieder unterscheiden:

*) Da für dieses Gebiet nur ältere Karten vorliegen, welche nur einen kleinen Theil der grossen Centralgneissmasse als Granit aufführen, während aus der (übrigens äusserst spärlichen) neueren Literatur hervorzugehen scheint, dass weitaus der grössere Theil derselben als Granit anzusprechen sei, so kann die Trennung von Granit und Gneiss auf unserer Karte in diesem Gebiete nur annähernd der Wirklichkeit entsprechen.

1. die untere Kalkzone, dunkelgraue und hellfarbige glimmerige Kalke; 2. Quarzitgesteine und Talkschiefer; 3. schwarze Thon- und Thonglimmerschiefer; 4. Thonschieferkalke und Kalksandsteine (Tuxerthal); 5. quarzige Kalkbreccien (Nasstux) [291, 991]. Funde von Pflanzenspuren („Lange Wand“ im Tuxerthal, bei Mairhofen im Zillerthal, am „Übergang von Schmirn nach Navis“) liessen es wahrscheinlich erscheinen, dass diese Gesteine der Carbonformation angehören [327].

Auch über dem Südschenkel des grossen Zillerthaler Granit-Gneissgewölbes liegen Hüllengesteine. Dieselben fallen im obern Ahrnthale von der Gneissmasse gegen Süden ab; weiter westlich jedoch, im Gebiete des Neveserjoches und des Lappachthales senken auch sie sich unter das gegen Süden überschobene Gneissgewölbe mit nördlichem Fallen ein, legen sich dann über das westliche Ende des letzteren und vereinigen sich im Pfitschthale mit dem nördlichen Zuge. Südlich vom südlichen Pfitscher Gebirgskamm liegen diese Gesteine flach muldenförmig zwischen den westlichen Ausläufern des Zillerthaler Gewölbes und dem Gneissgewölbe, das den Brixener Granitstock als Kern enthält. Zwischen das Tuxer- und Zillerthaler Gneissgewölbe schiebt sich vom Pfitscherthale zum Greiner und Rothkopf gegen Osten hin ein Keil von in sich gefalteten, meist steil aufgerichteten Hüllengesteinen, dessen östlichste Austäuffer noch im Stillupprunde zu finden sind. Die eigenthümlich umgewandelten Gesteine dieses Zuges (Quarz-, Talk-, Chlorit-, Strahlsteinschiefer und Serpentin) fallen unter die Gneisse des Tuxerkammes ein und legen sich über jene der Zillerthaler Aufwölbung. Prof. 51, 52. [580, 592, 593, 874].

b) Venediger Gruppe, zwischen Birlucke und Velber Tauern, Oberpinzgau, Umbalthörl und Virgenthal. Der grösste Theil der Gruppe wird von der östlichen Fortsetzung des Tauern-Centralgneissgewölbes (Granit und dessen Randbildungen) aufgebaut; die höchsten Erhebungen, Dreiherrnspitz (südl. Schiefermantel) und Grossvenediger (Granit) liegen in ihm. Der Centralgranit reicht in mehrere Lappen aufgelöst*) im

*) Nach Weinschenk [885, 959^a] besteht diese mächtige Granitmasse aus zwei, durch eine Gneisszone getrennten, petrographisch verschiedenen Gesteinen.

Gebiete des Krimml- und Sulzbachthales gegen Norden bis nahe an die Salzach hinab. Contactgneisse und Hornblendeschiefer mit Granit-Intrusionen bedecken, von Norden und Süden her zusammenschliessend, den Gebirgskamm am Velber Tauern und trennen so den Granitkern der Granatspitze vom Tauern-Granitkerne (Grossvenediger). Nördlich am Abhange gegen die Salzach finden wir die über die Gerlos und Krimml herüber streichenden Hüllengesteine. Bei Krimml liegen dieselben (hier als „Krimmler Schichten“ bezeichnet) zwischen Bruchspalten grabenartig versenkt [882]. Desgleichen haben am Südabhange gegen das Virgenthal die Gesteine der über dem Gneissmantel des Granits liegenden Schieferhülle vom Ahrnthale herüberziehend wesentlichen Antheil am Aufbau des Gebirges [882, 885, 959^a].

c) Glockner-Gruppe, zwischen Velber Tauern, Hochthor und Fuscher Thörl, Oberpinzgau, Kals-, Matreier- und Peischlach-Thörl. Im Centrum der Gruppe tritt ein Granitkern („Granatspitzkern“) auf. Er bildet das Gebirge in der weiteren Umgebung des Sonnblick. Ihn umlagert ein aus Schiefergneissen, Hornblendeschiefer und Glimmerschiefer bestehender Mantel, in dem sich zahlreiche Granitgänge befinden. Nördlich und südlich davon erscheinen sodann, die ersteren nördlich, die letzteren südlich fallend, Schieferhüllengesteine, den grösseren Theil des Nordabhanges gegen Pinzgau und den Südabhang bis Windisch-Matrei bedeckend. In diesem Gesteinszuge liegt zwischen Windisch-Matrei und Kals eine gefaltete Einlagerung dunkler Schiefer (Glanzschiefer), Dolomite, Gips und Serpentin wahrscheinlich mesozoischen Alters [914]. Am Grossglockner, dessen Flanken aus Kalkglimmerschiefer und Chloritschiefer aufgebaut werden, während der Gipfel aus Grünstein besteht, vereinigen sich der Nord- und Südflügel der Schieferhülle [914, 1003]. Vgl. Prof. 53.

d) Pfunderser Gebirge, im Süden der Zillerthaler Gruppe zwischen Wipp- und Tauferser Thal. Den wesentlichsten Antheil am Aufbau haben die in steile Falten gelegten Schieferhüllengesteine der Südabdachung des Zillerthaler Granit-Gneissgewölbes. Sie ziehen vom Eisackthale durch das vordere Pfitschthal, Pfunderser- und Mühlwaldthal ins

Ahrnthal. Im westlichen Theile ist der Zug breit und baut das ganze Gebirge bis nahe bei Mauls auf. Gegen Osten schrumpft er mehr und mehr zusammen und überlässt dem westöstlich streichenden, aus Granitgneiss, Schiefergneiss und Glimmerschiefer zusammengesetzten Pusterthaler Faltengebirge die Herrschaft. Dieser zwischen Bruneck und Lutlach im Ahrnthale in die Gruppe eintretende Zug verschmälert sich gegen Westen und überschreitet in steile Falten zusammengepresst bei Mauls den Eisack. Auf seine Kosten dehnt sich südlich von Pfalzen bei Bruneck bis zum Eisack zwischen Mauls und Franzensfeste die gewaltige Brixener Granitmasse aus. (Vgl. Prof. 51.) Auffallend sind die Lagerungsverhältnisse der Schiefergesteine. Diese fallen näher am Eisack einerseits vom Zillerthaler Gneisskern nach Süden andererseits von den über dem Brixener-Granit liegenden Gneissen nach Norden ab, weiter gegen Osten aber sind sie zwischen die von der Zillerthaler Gneissmasse gegen Süden und eine vom Brixener-Granit aus gegen Norden gerichtete Überschiebung der Gneiss- und Glimmerschieferfalten des Pusterthaler Zuges eingeklemmt [592].

e) **Rieserferner-Gruppe**, südlich vom Klammljoch zwischen Reinthal und dem obersten Defreggen, dem Staller Sattel, Antholzer- und Taufererthal bis zum Pusterthal. Sie wird ausschliesslich von einem Theile des Pusterthaler Faltengebirges aufgebaut. An der Rienz erhebt sich zunächst ein Gewölbe, in dessen Kern ein granitischer Gneiss liegt [328, 991]. Nördlich davon folgt ein zusammengepresstes Falten-system aus Gneissphylliten und Glimmerschiefer bestehend. Im Rieserfernergebiete liegen in den Sätteln dieser Falten und in domförmigen Aufwölbungen Granit- (Tonalit-)Stöcke (der westliche „Reinwald-“ und der östliche „Hochgallkern“) ganz nach Art von Lakkolithen [580, 828, 855]. Diese Granitmassen erstrecken sich von der Wasserfallspitze bei Taufers bis St. Veit im Defreggenthal. Die Kernmassen senden in den umhüllenden Schiefer gang- und lagerförmige Abzweigungen aus (dioritische und pegmatitische Gänge und Lager, besonders in der südlichen Umrandung des Reinwaldkerns), von denen die mächtigste jene des Zinsnock und Hochhorns ist. Nördlich davon folgt aus

dem Reinthale über den Fleischbach-Ferner nach Osten ziehend eine vorwiegend aus Glimmerschiefer bestehende, nördlich auf die ebenfalls in einer nach Norden umgelegten Mulde liegenden Schieferhüllen Gesteine des Ahrnthales aufgeschobene Falte. Die im Süden den Gneissen vorgelegerte Phyllitzone enthält, wahrscheinlich der Trias angehörige, Kalkeinlagerungen und ist in nach Süden überschobene Falten gelegt [580, 592, 593, 606, 828, 855, 966, 991]. Vgl. Prof. 50, 52.

f) Villgrattener Gebirge, zwischen Defreggen und Pusterthal, vom Staller Sattel und Antholzer Thal bis zum Iselthal. Diese Gruppe wird ausschliesslich aufgebaut von dem Pusterthaler Faltenzuge. Im nördlichen Theile, im Defregger Gebirge, herrscht meist südlich fallender Gneiss mit Quarzit- und Pegmatit-Einlagerungen. Nahe bei St. Veit liegt in ihm der östlichste Ausläufer des Granits der Rieserferner. Am südlichen Rande legt sich eine gefaltete Zone aus Glimmerschiefer und Quarzphyllit an. An einzelnen Punkten (Silvesterthal, Kalksteinerthal) findet man tief eingefaltete Kalke, die wahrscheinlich der mesozoischen Zeit angehören. Sie erscheinen in zwei Zügen, einem nördlich im Inner-Villgratten- und Kalksteinerthal liegenden in einer nach Norden überfalteten Zone und einem südlich von Bruneck bis Sillian reichenden Zuge, in welchem man nach Süden gekehrte Überschiebungen beobachtet und der eine westliche Fortsetzung des Lienzer Trias-Faltengebirges darstellt [593, 606, 914]. Vgl. Prof. 53.

g) Röth-Gruppe, zwischen Ahrnthal, Umbalthal und Virgenthal im Norden, und Reinthal, Klammloch und Defreggen im Süden. Der südliche Theil wird aufgebaut von der östlichen Fortsetzung der vorwiegend aus Gneissphylliten und Glimmerschiefer zusammengesetzten Reinthalmulde, welche sich nördlich an die Aufwölbung der Rieserferner anschliesst und dem Pusterthaler Faltenzuge angehört. Ihr Nordflügel ist über die südlich fallenden Schieferhüllengesteine, die sich aus dem oberen Reinthale ins Virgenthal und nach Windisch-Matrei ziehen, gelegt. Die Grenze beider Bildungen erstreckt sich von Lutlach im Ahrnthale nach Knutten im gleichnamigen Thale (nördlicher Quellast des Reinthales),

von hier ins oberste Defreggenthal (Einmündung des Affenbaches ins Schwarzachthal) und setzt dann über den Gebirgskamm (Troyer Thörl) bis Windisch-Matrei fort.

h) Schober-Gruppe, südlich vom Kals-Matreier- und Peischlach-Thörl, zwischen Möll- und Iselthal bis zum Drauthale und dem Iselsberg. Diese Gruppe, deren östlicher Theil schon ausserhalb unseres Gebietes liegt, wird fast ausschliesslich von der östlichen Fortsetzung des Pusterthaler Faltenzuges aufgebaut. Es sind wesentlich dieselben Gesteine und Lagerungsverhältnisse, wie in der Villgrattener Gruppe.

19. Tuxer Thonschiefergebirge.

Umgrenzung: Sillthal, Innthal bis Strass, Zillerthal bis Mayrhofen, Tuxerthal und -joch, Schmirnthal. [44, 132, 150, 158, 254, 265, 289, 305, 467, 596, 613, 619, 874, 881, 899, 991].

Gesteine. Gneiss (Granitgneiss), in zwei Aufwölbungen, die eine von Fügen im Zillerthale ans Kellerjoch bei Schwaz ziehend (Augengneiss), die andere weiter südlich bei Zell a. Z. aus den Kitzbüheler Alpen herüberreichend. Glimmerschiefer, Gneissphyllit und ältere Thonglimmerschiefer (Quarzphyllit) im nördlichen Theile allgemein herrschend. Jüngere Thonglimmerschiefer (Quarzphyllit) von Stumm im Zillerthale gegen das Innthal bei Hall und Innsbruck streichend, mit Kalkeinlagerungen. Gesteine der Schieferhülle am nördlichen Abhange der Tuxer Gneissmasse; ihre nördliche Grenze zieht von Zell a. Z. bis Matrei an der Sill. Es sind mannigfaltige Gesteine, Quarzphyllite mit Eisendolomit-Einlagerungen (carbonisch?), Kalkphyllit („Brennerschiefer“), Thonschiefer, Kalksteine. Quarzitschiefer, grüne Schiefer, Kalkschiefer, Sandstein und Dolomit, Serpentin, im Navisthale und östlich davon (paläozoische und mesozoische Gesteine). In der nordöstlichen Ecke des Gebirges Wildschönauer-Schiefer (altpaläozoisch), Verrucanö, Kupfererze führen-

der Schwazer-Dolomit (Perm), rother Sandstein, Triaskalke, -mergel und -dolomit.

Bau. Die Lagerungsverhältnisse sind ziemlich einfach. Nach dem Prof. 51 bilden die Quarzphyllite und älteren Schiefer südlich vom Innthale eine westöstlich streichende Falte. Nördlich von der im Profile gezeichneten Mulde (wohl auch als Fächer aufgefasst), in welcher der Zug jüngerer Phyllite liegt, der von Stumm im Zillerthale nach Hall und Innsbruck an den Inn herüberstreicht, folgt neuerdings eine sattelförmige, nach Norden übergeschobene Aufwölbung, in deren Kern aus dem Zillerthale zum Kellerjoch fortsetzend Augengneisse (gequetschter Granitgneiss, Intrusivgestein? [991]) auftreten [254]. Südlich vom Loaserjoch bis zum Tuxerthal liegen in grosser Ausdehnung, vielleicht zwei Antiklinalen bildend, „Thonglimmerschiefer“ (schiefrige, zwischen Glimmerschiefer, Phyllit und Quarzit schwankende Gesteine). In dem südlich von der im Profile gezeichneten Mulde folgenden Sattel des Molgrüblers taucht am Patscherkofl ein staurolithführender Glimmerschiefer empor. Über dem südlichen Sattelschenkel liegen in zusammengepressten Falten die Schieferhüllengesteine. Der zwischen Navis- und Arzthal liegende Streifen von Thonglimmerschiefer dieses Complexes wird [881] zur Carbonformation gerechnet. Der südlich folgende Kalkschiefer (Brennerschiefer) scheint ein altpaläozoisches Gestein zu sein. Auf dem Gebirgskamm, welcher das Hintertux vom Schmirnthal trennt, sind den Schiefnern augengneissähnliche Grauwackengesteine (carbonisch?) eingelagert [874].

Discordant über diesen gefalteten Schiefnern breiten sich im Gebiete des Navisthales (Tarnthaler Köpfe) und an den Quellen des Watten- und Weerbergthales paläozoische, triadische und noch jüngere Gesteine. Diese heute nur mehr in kleinen Schollen erhaltenen Reste einer einstigen grösseren Decke haben eine intensive Faltung erfahren, so dass stellenweise das unterste zu oberst gekehrt ist. Nach Westen senkt sich der Complex gegen die Sill herab und stösst hier an die Bruchlinie, welche den altkrystallinen Stubai Stock von dem Schiefergebirge trennt.

An der nordöstlichen Ecke der Gruppe sind die Phyllite nach Norden über jüngere Thonschiefer (Wildschönauer-

Schiefer) übergelagert und diese selbst liegen wieder über den jüngeren paläozoischen und triadischen Gesteinen. Es sind dies der discordant an die Wildschönauer-Schiefer grenzende Schwazer-Dolomit und die Triasgesteine, Buntsandstein, Muschelkalk, Partnach-Schichten, welche ihrerseits selbst wieder mit südlichem Einfallen discordant an den Schwazer-Dolomit und den ihn begleitenden Schiefer grenzen.

Die westöstlich streichenden Faltenzüge des Tuxer Thonschiefergebirges werden von dem ostnordöstlich gerichteten Innthale, das hier einer Bruchzone folgt, schief abgeschnitten.

20. Kitzbühler Alpen.

Um g r e n z u n g: Brixlegg, Wörgl, St. Johann i. T., Hochfilzen, Saalfelden, Zell am See, Oberpinzgau, Gerlospass und -thal, Zell a. Z., vorderes Zillerthal. [289, 306, 479, 495, 581, 613, 911, 974].

Gesteine. Die Angaben in der spärlichen Literatur und auf Karten weichen sehr von einander ab; wir können auf diesem unsichern Gebiete etwa folgende Gesteinstypen unterscheiden: Quarzphyllit, mit einer Einlagerung von Gneiss in der Gegend nördlich von Zell a. Z., und krystalinim Kalke am Rettenstein im obern Spertenthale, bildet den Grundstock des ganzen Gebirges. Im südlichen Theile werden diese Schiefer in den Karten als Glimmerschiefer bezeichnet. Es ist dies die Ostfortsetzung des südlichen Schieferzuges im Tuxer Thonschiefergebirge, der vom Glungezer über Hahneburger und Hirzer ins Zillerthal südlich von Stumm und von hier nördlich von der Gerlos und dem Oberpinzgau am Grenzkamme gegen Salzburg bis Zell a. S. streicht. Gesteine der Schieferhülle, (Thonschiefer, Kalkschiefer, Chloritschiefer u. dgl.) am Südrande der Gruppe über dem Glimmerschiefer, vom Gerlosthal ins Pinzgau ziehend. Kitzbühler-Grauwacken (Thonschiefer, Wildschönauer-Schiefer, mit eingelagerten Kalken

nördlich vom Quarzphyllit und über diesem aus der Gegend von Schwaz über Hopfgarten und Kitzbühel nach Saalfelden fortsetzend. Die grösste Breite hat der Zug im Gebiete des Brixenthal. Die Schiefer sind erzführend (Eisenerze bei Schwaz und im Pillerseer Gebirge, Kupfererze in der Umgebung von Kitzbühel). *Dyastgesteine* (sericitische Schiefer, verrucanoartige Conglomerate und Sandsteine, Schwazer-Dolomit und barytführender Kalk) in einzelnen Schollen, zwischen Schwaz und Wildschönau, sodann im Gebirge bei Kitzbühel Fahlerz führend. *Rother Sandstein* (von einigen als „Grödener-Sandstein“ zur Dyas, von anderen als Buntsandstein zur Trias gezählt), in langem Zuge am Nordrande der Gruppe aus der Gegend von Schwaz über Wildschönau nach Hopfgarten und durch die Elmauer Thalung nach St. Johann i. T. und von hier über Hochfilzen nach Saalfelden sich erstreckend; er liegt discordant über den Grauwackenschiefern. *Triastgesteine* (Muschelkalk, Partnach-Schichten, Ramsaudolomit) in der Umgebung von Rattenberg und in isolierten Schollen im Schiefergebirge. *Serpentin* am Penningberge bei Hopfgarten, in der Wildschönau, Alpbachthal, Märzengrund. Gerölle von Diorit im Grossachenthal südlich von Kitzbühel, „Augitporphyr“, „Proterobas“ im Pillersee Gebirge, Gabbro in den Wildschönauer-Schiefern.

Bau. Genaueres über den Bau des Schiefergebirges ist nicht bekannt [306]. Im Grossen und Ganzen sind es westöstlich streichende Faltenzüge. Die Gesteine der Schieferhülle im Süden liegen in engen Falten zusammengeschoben zwischen dem Centralgneisskern der Tauern, dem Quarzphyllit und Glimmerschiefer. Letztere scheinen einen westöstlich streichenden Fächer zu bilden, ihre Schichten fallen im Süden gegen Norden, im Norden gegen Süden ein. Die nördlich folgenden Grauwackenschiefer sind stark gefaltet, vorherrschend ist Südeinfallen. Von Schwaz bis Hopfgarten trennen sie in schmalem Zuge die jüngeren Sedimente vom Quarzphyllit, östlich von Hopfgarten bis über Kitzbühel hinaus beherrschen sie das ganze Gebirge von der Hohen Salve bis zum Kitzbüheler Horn, sowie die gerundeten Berge im Süden des Brixenthal; weiter gegen

Osten verschmälert sich der Zug wieder. In der Wildschönau liegen Gabbrogesteine und Serpentin in den Schieferen. Der permische, erzführende Dolomit und Kalk liegt discordant über ihnen, desgleichen der rothe Sandstein. Mehrere mit den Grauwacken-Schiefern verknüpfte Kalke (Hohe Salve, Umgebung von Kitzbühel), die früher als in den Schieferen eingelagerte „Grauwackenkalk“ bezeichnet wurden, gehören zum Schwazer-Dolomit. Sie werden von meist roth gefärbten, verrucanoartigen Gesteinen unterlagert, die ihrerseits wieder discordant auf den Grauwacken-Schiefern liegen [613]. Die Lagerungsverhältnisse der Trias in der Umgebung von Rattenberg sind sehr compliciert. An zahlreichen Brüchen sind hier bedeutende Verschiebungen erfolgt. Der Dolomit, auf welchem das Schloss Rattenberg steht, sowie jener, welcher den langen Gebirgszug dem Inn entlang bis Wörgl aufbaut, hat verschiedene Deutung erfahren (Partnach-Dolomit, „Kalk und Dolomit von Wörgl“, Hauptdolomit [306, 613]; nunmehr [911] wird er als Ramsaudolomit angesehen, eine Auffassung, durch welche die Lagerungsverhältnisse etwas einfacher erscheinen.

Zwischen Schwaz und Wörgl scheiden Bruchspalten, denen das Innthal folgt, unser Gebirge von den Kalkbergen im Norden des Inn; von Wörgl östlich liegen die Triasgesteine der nördlichen Kalkalpen, abgesehen von kleineren Störungen, in normaler Schichtenfolge über dem rothen Sandstein. Einzelne Kalkschollen im Innern des Schiefergebirges, wie z. B. am Geisberg südlich vom Kirchberg u. a., welche früher als mit den Schieferen altersgleiche Kalke aufgefasst wurden, gelten heute als isolierte Triasschollen [911]. Eine bemerkenswerte Bruchlinie erstreckt sich aus dem Pillersee Thale westlich von Fieberbrunn in unser Gebiet; sie trennt das Kitzbüheler Horn vom Lämmerbühel und setzt durch das Ehrenbachthal bei Kitzbühel gegen Südwesten fort. An ihr ist der Ostflügel abgesunken.

Südliche Kalkalpen.

Gesteine. Das Baumaterial der südlichen Kalkalpen ist nicht unwesentlich verschieden von jenem der Nordalpen; ja in den meisten Formationen kann man in der Regel selbst im Handstück ein Gestein der Südalpen von einem solchen der Nordalpen unterscheiden. Es geht daraus hervor, dass zur Zeit des Absatzes dieser Gesteine im Gebiete der heutigen Centralalpen Landbildungen vorhanden waren, welche die nördlichen von den südlichen Meeren schieden.

Kaum bemerklich sind die Unterschiede in den archaischen Bildungen; die krystallinen Schiefer, welche inselartig aus dem südlichen Kalkgebiete emporragen (Monte Muffetto, Cima d'Asta, Recoaro), gleichen wesentlich jenen in den Centralalpen. — Sichere altpaläozoische Gesteine finden sich nur in geringer Verbreitung. In der karnischen Hauptkette kommen über dem Quarzphyllit und Glimmerschiefer die wahrscheinlich untersilurischen „Mauthener-Schichten“ [894] vor. Im Quarzphyllit südlich von Brixen findet man dunkle Kiesel-schiefer, die vielleicht dem Altpaläozoicum angehören. Devonische Gesteine sind in unserem Gebiete bisher nicht bekannt geworden. Was von den altersunsichern Schiefen, die unter dem Perm liegen, etwa dem Carbon zuzuzählen ist, kann heute noch nicht mit Sicherheit angegeben werden.

Eine grössere Verbreitung dagegen haben jüngere paläozoische Schichten, vor allem die Permgesteine. Ältere Permgesteine, Schiefer, Sandsteine und Conglomerate in Verbindung mit Porphyrlagen kommen am Südabhange der Adamellogruppe vor. Es gehören ferner hierher die Verrucano-Conglomerate, die mächtige Quarzporphyrplatte mit ihren Tuffen, der Grödener-Sandstein und die Bellerophon-Schichten. Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Gesteine ist Südosttirol, wo sie allenthalben die Unterlage der Trias bilden. Aber auch in Südwesttirol tauchen sie gelegentlich unter den mächtigen jüngeren Sedimenten empor, besonders in der Nähe der Judicarienlinie und westlich davon im Gebiete des Monte Muffetto und Monte Frerone.

Vor allem sind es die Gesteine der mesozoischen Formationsgruppen, in denen sich ausgesprochene Unterschiede von jenen der Nordalpen zeigen.

Die Triasgesteine haben ihre Hauptverbreitung im südtirolischen Hochlande und im Etschbuchtgebirge. Der Buntsandstein ist in der als Seiser- und Campiler-Schichten beschriebenen Form entwickelt. Der Muschelkalk weicht besonders in seinen obern Abtheilungen von der nordalpinen Entwicklung ab; es ist dies der auf Südosttirol und einige Gebiete der Etschbucht beschränkte Mendoladolomit. Eigenartig ist die Muschelkalkentwicklung in der Gegend von Recoaro. Besonders charakteristisch für unsere Südalpen sind die nun folgenden Gesteine, die Buchensteiner-Schichten, Wengener- und Cassianer-Mergel und die gleichzeitige dolomitische Entwicklung, der Schlerndolomit. Diese Gesteine herrschen in Südosttirol; westlich von der Etsch findet man sie noch typisch im nördlichen Theile der Etschbucht; weiter nach Süden dagegen ändert sich der Gesteinscharakter in etwas, wie dies im petrographischen Theile hervorgehoben wurde. Auch die Raibler-Schichten der Südalpen unterscheiden sich sowohl im Aussehen, wie in der Fossilführung nicht unwesentlich von jenen der Nordalpen. Rothe Mergel sind vorherrschend und zumeist im südtirolischen Hochlande über dem Schlerndolomit entwickelt. Nicht selten aber fehlen sie hier und besonders in Südwesttirol gänzlich oder richtiger, sie sind in der Dolomitfacies vorhanden und vermitteln so einen ganz allmählichen Übergang zwischen dem Schlern- und dem Hauptdolomit. Letzteres Gestein gleicht in Südtirol jedoch mehr dem Dachsteinkalk, als dem nordalpinen Hauptdolomit. Die Kössener-Schichten sind in den Südtiroler Alpen auf das südliche Gebiet der Etschbucht beschränkt, sonst folgen über dem Hauptdolomit (Dachsteindolomit) unmittelbar die Liasschichten. Über den rhätischen Schichten und unter Lias liegt in dem südlichen Theile des südwest-tirolischen Gebietes und den angrenzenden lombardischen Alpen der graue „Grenzdolomit“ (corna).

Eine auffallende Ausnahme von der sonst verbreiteten südalpinen Triasentwicklung macht das Lienzer Kalkgebirge, in dem trotz der unmittelbaren Nähe der „Dolomite“ von den Werfener-Schichten bis zu den Kösener-Mergeln (und den auflagernden rothen Liaskalken) durchwegs der nordalpine Charakter herrscht.

Besonders bezeichnend für die südalpine Trias ist die weite Verbreitung von dunkeln Lavaströmen (Augitporphyrlaven) und Tuffen, welche vor allem im südtirolischen Hochlande in der Wengener-, Cassianer- und Raiblerzeit gefördert wurden und den marinen Sedimenten jener Zeiten zwischengelagert sind; desgleichen das Aufbrechen von Eruptivmassen im Gebiete des Fassathales.

Auch während der Jura- und Kreideperiode, deren Sedimente theilweise in concordantem, theilweise in übergreifendem Schichtenverbande auf die Trias folgen, zeigen sich in den Südalpen eigenartige Entwicklungsformen im Gesteinsmaterial und den organischen Einschlüssen. Im südtirolischen Hochlande sind Gesteine dieser Perioden fast nicht entwickelt; umso mächtiger werden sie im Gebiete der Etschbucht und der Venetianer Scholle, wo sie über dem Hauptdolomit die das Terrain beherrschenden Sedimente liefern.

Der Lias ist östlich von der Linie Ballino-Gardasee durch die versteinungsreichen „grauen Kalke“ und im Westen durch den Medolo vertreten. Die weissen Rhynchonellenkalke und der rothe untere *Calcare ammonitico* haben eine geringere Verbreitung. Von grosser Bedeutung dagegen sind die mitunter sehr mächtigen Oolithe, über denen dann ganz allgemein eine dünne Lage rother Ammonitenkalke *Ammonitico rosso sup.* (Malm) und die hellen Diphyenkalke (Tithon) verbreitet sind. Neben diesen Gesteinen finden sich, wohl den ganzen obern Jura vertretend, hornsteinführende Aptychenkalke. Viel einfacher ist die Entwicklung der Kreideformation, deren aus dem obersten Jura ganz allmählich hervorgehende Gesteine vor allem im Venetianer Gebirge, dann aber auch in der Etschbucht verbreitet sind. Es sind dies der hellweisse *Biancone* und die rothen *Scagliamergel*.

Das Tertiär beginnt mit den dickbankigen Nummulitenkalken, welche vor allem im südlichen Etschbuchtgebirge herrschen, und setzt sich dann nach oben in den mannigfaltigen jungtertiären Kalken, Mergeln und Sandsteinen fort, die, verbunden mit zahlreichen Basaltlaven und Tuffen, vor allem im Gebirge östlich von der Etsch verbreitet sind.

Nach Vacek [590, 878] fanden im Etschbuchtgebiete in der Reihe der Sedimentationen vom Quarzporphyr herauf bis zum Tertiär wenigstens fünf Unterbrechungen statt. Es wird dies geschlossen aus der discordanten Auflagerung des Perm auf Quarzporphyr, der Melaphyrtuffe auf Schlerndolomit, der übergreifenden Lagerung des Rhät, des oberen Jura und der Scaglia auf älteren Sedimenten. Letztere Erscheinungen werden um so bemerkbarer, je weiter man im Etschbuchtgebiete von Süden nach Norden vorschreitet. Besonders deutlich zeigt sich dies in der Schichtenserie, welche über dem Hauptdolomit folgt, insoferne als die vollständige Reihenfolge nur im südlichen Gebiete vorhanden ist; weiter nach Norden fehlen die tiefern Glieder mehr und mehr und nur Scaglia und Eocän greifen weit gegen Norden vor, dort häufig discordant auf Hauptdolomit oder selbst auf Schlerndolomit liegend.

Dass glaciale Schotter, Sande und Lehme, sowie erratische Blöcke und Moränen weit verbreitet sind, braucht kaum hervorgehoben zu werden; die alluvialen Gebilde finden sich als Flussalluvionen in den grösseren Thälern und als recenter Gebirgsschutt allenthalben.

Bau. Die südlichen Kalkalpen bedecken das im Süden der Judicarien-Draulinie abgesunkene Gebiet und lehnen sich westlich vom Idrosee an den Südabfall der Centralalpen an. In dem letzteren Streifen, den Lombardischen Alpen, die bereits ausserhalb unserer Aufgabe liegen, finden wir einen den Nordalpen ähnlichen Bau. Die mesozoischen Sedimente, sowie die ihnen untergelagerten Perm- und Carbonbildungen, ruhen auf den nach Süden abfallenden kristallinen Schieferen, in welche die Val Tellina eingeschnitten ist, auf und sind in westöstlich streichende Falten gelegt.

Ihr Abfall gegen die lombardische Schotterebene ist ein ziemlich rascher, so dass dem Streichen folgende Längsthäler nicht zur Entwicklung kommen konnten.

Der Oglia trennt diesen Zug vom sogenannten Etschbuchtgebirge. Der südwestlichste Theil desselben sind die Brescianer Alpen. Durch diese zieht vom Iseo- zum Idrosee eine Bruchlinie, Valtrompia-Linie. Nördlich von derselben taucht die krystalline Insel des Monte Muffetto, im Norden überlagert von permischen Schichten, auf; südlich liegt ein abgesunkenes, vorherrschend triadisches Kalkgebirge. Im westlichen Theile desselben findet man noch wesentlich dieselben Verhältnisse, wie in den benachbarten lombardischen Alpen, östlich dagegen beginnt der Bau sehr compliciert zu werden, da sich hier der allmähliche Übergang zu dem durch die Judicarienlinie beherrschten Theile des Etschbuchtgebirges vollzieht. Letzteres gehört einem zwischen der Judicarienlinie und dem südtirolischen Hochlande eingesunkenen Gebiete an. Die Schichten liegen in langgestreckten der genannten Bruchlinie ungefähr parallelen, meist gegen Südosten überschobenen Falten. Gegen Süden wendet sich das Faltenstreichen einerseits nach Südwesten, andererseits entwickeln sich östlich von der Etsch nach Südosten und Osten gewendete, in ihrem Detail sowohl von der krystallinen Insel der Cima d'Asta, als auch von der Recoaro-Aufwölbung beeinflusste Faltenzüge. Der Verlauf des Astico und die Schio-Bruchlinie bezeichnen die Grenze dieser Ausbildungsweise gegen die Venetianer Scholle. Die Faltenzüge werden wiederholt von nordsüdlich streichenden, also dieselben spitzwinkelig durchschneidenden Brüchen durchsetzt, an denen die Ostflanke abgesunken ist. — Die Gesteine gehören vorwiegend der mesozoischen Zeit an; streifenweise liegen auf den gesunkenen Schollen und eingeklemmt in den Faltenmulden auch noch alttertiäre Reste. In der Umgebung von Recoaro taucht nochmal das krystalline Grundgebirge kuppenförmig empor.

Das südtirolische Hochland kann man mit Suess als eine flache Schüssel bezeichnen. Den Nord- und Nordoststrand bilden aus der Tiefe emportauchende krystalline Schiefer, die, in lebhaft Falten gelegt, jenseits der Rienz und Drau in die Centralalpen übergehen. Auch am Süd-

rande erheben sich diese Schichten neuerdings zu bedeutenden Höhen. Sie bilden hier mit ihren granitischen Durchbruchsmassen die mitten im Kalkgebirge auftauchende krystalline Insel der Cima d'Asta. Über den krystallinen Schiefem breitet sich, wie ein Schichtgestein, die mächtige Quarzporphyrplatte. Am Westrand der Schüssel zwischen Bozen und Lavis ist sie hoch erhoben; hier greift sie über die Etsch gegen Westen vor, senkt sich sodann rasch in die Tiefe und bildet die Unterlage der triadischen Sedimente der Etschbucht.

Auch gegen Ost neigt sie sich, wenn auch viel sanfter, und trägt die permischen (Grödener-Sandstein und Bellerophon-Schichten) und die ungemein mächtigen triadischen Sedimente. Unter den letzteren spielen die gewaltigen Dolomitmassen (Schlern- und Dachsteindolomit) eine hervorragende Rolle, während andererseits die sie durchsetzenden Eruptivgesteine (Monzonit, Augitporphyr, Melaphyr) die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Jura- und Kreideschichten sind nur äusserst spärlich vorhanden, das Tertiär fehlt vollständig. Das ganze Gebiet ist von vielen Bruchlinien durchsetzt, durch die es in zahlreiche, aneinander verschobene Schollen aufgelöst wird. Unter diesen Bruchlinien spielt die sogenannte Villnösser Linie eine hervorragende Rolle; sie beginnt bei Klausen, wo die Diorite mit ihr in Beziehung stehen, und streicht von hier zunächst mit nördlichem, dann mit südlichem gesunkenen Flügel bis über Auronzo hinaus nach Osten, wo sie in den zahlreichen Brüchen der karnischen Hauptkette mit der Valsuganalinie zusammentrifft. Vgl. Kartenskizze 63.

Die Venetianer Scholle ist ein südlich von der Valsugana- und östlich von der Schio-Bruchlinie tief abgesunkenes Gebiet. Die ältern, im Etschbuchtgebirge und dem tirolischen Hochlande wesentlich Antheil nehmenden Sedimente liegen in der Tiefe begraben und am Aufbaue der Gebirge betheiligen sich hier vor allem die jüngeren mesozoischen (Jura, Kreide) und die tertiären Bildungen. Die Schichten sind in ostwestlich streichende, öfter gegen Süden übergeschobene Falten gelegt und Bruchlinien, unter diesen die bereits genannte Belluneser-Linie, durchziehen die Scholle.

Nordöstlich von dem südtirolischen Hochlande liegt zwischen dem Drau- und dem Gailbruche ein dreieckiges Gebiet, das Lienzer Kalkgebirge.⁷ Es stellt eine zwischen den genannten Bruchlinien abgesunkene Kalkscholle dar. Am Südrande, dem Gailthale entlang, sieht man krystalline Schiefer auftauchen; auf diesen liegen sodann discordant kleine Reste von Grödnersandstein und gefaltete, gegen die Drau absinkende Triasschichten, denen kleine Liasreste aufgelagert sind.

Zwischen dem Gailflusse und dem Nordostrande des südtirolischen Hochlandes schiebt sich ein sehr compliciert gebauter, aus phyllitischen, altpaläozoischen und Triasgesteinen bestehender Gebirgsabschnitt, der westliche Theil der karnischen Hauptkette, ein. Es ist dies eine mächtige, von zahlreichen Brüchen durchsetzte, zwischen den jüngeren Lienzer Kalkbergen im Norden und den ebenfalls jüngeren, venetianischen Gebirgen hoch aufragende Scholle, welche in tektonischer, sowie in geohistorischer Hinsicht ausserordentliche Wichtigkeit erlangt hat. Es gelang unter anderem an ihr den sichern Nachweis einer mächtigen Alpenbildung in der jüngeren Carbonzeit zu führen.

An diese Übersicht über den geologischen Bau der südlichen Kalkalpen fügen wir die Schilderung der einzelnen Gruppen.

21. Brescianer Alpen.

Umgrenzung: Iseo, Lago d'Iseo, Val Camonica (Oglio) bis Esine, Val delle Valli, Passo di Croce Domini, Val di Freg, Bagolino, Val Buona Giudicaria über Tione bis Saone, Passo Durone, Ballino, Riva, Gardasee bis Salò, Paitone, Brescia, Iseo. [85, 86, 108, 124, 140, 141, 458, 494, 502, 534, 547, 549, 550, 568, 569, 570, 584, 852, 854, 966].

Wir besprechen nur den auf tirolisches Gebiet fallenden Theil dieser Gruppe.

Gesteine. Am Aufbaue nehmen folgende Formationsglieder antheil: Krystalline Schiefer der Monte Muf-

fetto-Gruppe am Maniva-Sattel. Quarzporphyre in mehreren Lagen nördlich über den krystallinen Schiefer. Permische Schiefer, Sandsteine und Conglomerate über diesen Porphyren und mit ihnen wechsellagernd. Grödener-Sandstein über den älteren Permschichten im Gebiete westlich vom Chiese und südlich vom Adamello-granit. Buntsandstein in der gewöhnlichen südalpinen Ausbildung. Muschelkalk, aus einer ausserordentlich mächtigen untern und einer schwächern obern Abtheilung bestehend. Die erstere setzt sich aus fast petrefaktenleeren, dunkeln, dünn-schichtigen, dolomitischen Kalken zusammen, die obere zeigt kurzknolligen Kalk mit ebenflächigen Zwischenlagen reinen oder sandigen Kalkes mit Muschelkalk-versteinerungen (Brachiopoden und Ammoniten). Buchensteiner-Schichten und ziemlich mächtige Wengener-Schichten. Hellgefärbte, dolomitische, manchmal gebänderte und oolithische Cassianerkalke (Schlern-dolomit), meist rothgefärbte Raibler-Schichten [568, 654, 852]. Hauptdolomit in grosser Verbreitung und Mächtigkeit im Süden des Ledrothales, Petrefakten führend. Rhätische Schichten, besonders im Süden ziemlich mächtig [458]. Darüber folgt eine Masse dolomitischen Kalkes (Grenzdolomit) oft mit Hauptdolo mit verwechselt. Weiter dünn-schichtiger, dunkler Liaskalk fast ohne Petrefakten, aber zuweilen mit Hornsteinen (Medolo). Darüber liegen licht gefärbte Hornsteinkalke und gebänderte Mergel, Crinoidenkalke und kieselige, rauhe Rhy-nchonellenkalke. Dann Kalke mit rothen und grünen Hornsteinen und Gesteine vom Charakter des Ammonitico rosso, ferner hellere Diphya-Kalke, die schwer von dem folgenden Biancone zu trennen sind. Scaglia und eocäne Nummuliten-Schichten haben nur eine beschränkte Verbreitung.

Bau. Längs des Chiese streicht die Judicarienbruchlinie bis Lodrone. Westlich von Tione stösst die Unterlage der Trias-Schichten, Quarzporphyr und Grödener-Sandstein in steiler Lage an den Glimmerschiefer des Breguzzothales; von Condino abwärts der Hauptdolomit der Lanino-Gruppe in flacher Lagerung an den Quarzporphyr im Westen des

Chiese. Zwischen Roncone und Condino stürzen von beiden Seiten, westlich vom Doss dei Morti, östlich vom Cadria-gebirge, die Trias-Schichten steil in die Bruchspalte ab. Von Lodrone setzt über Bagolino nach S. Colombano in Val Trompia eine Längs-Bruchspalte, der Valtrompia-Bruch, ein. Der nördliche Flügel besteht aus den krystallinen Schiefen des Maniva-Rückens, über welchen nach Norden in flacher Lagerung Quarzporphyr und die oben erwähnten permischen Schichten folgen. Sie bauen das ganze Gebirge zu beiden Seiten der Val Caffaro (Val di Freg) bis an die Nordgrenze unserer Gruppe auf und werden hier von den nach Norden unter den Tonalit des Castellostockes einfallenden, metamorphosierten Trias-Schichten überlagert. Diese setzen nach Nordosten über Val Daone zum Corno Vecchio und Doss dei Morti fort, von wo sie nach Osten, wie erwähnt, in die Judicarienspalte abstürzen, während ihre Unterlage, die permischen Schichten, zwischen Condino und Lodrone an der Bruchlinie abstösst.

Südlich von der Valtrompia-Linie liegen Trias-Schichten und zwar zunächst die untere Trias mit steilem, südlichen Schichtenfall; ihr gehört der Esinokalk des Dosso alto an. Weiter südlich folgt in flacher Lagerung der Hauptdolomit im Westen des Idrosees. Er ist durch eine der Val Ponticello ungefähr folgende Querbruchspalte von dem westlichen Gebirge getrennt, das einen sehr complicierten Faltenbau zeigt. Prof. 68.

Das Gebirge östlich von der Judicarien-Linie ist ein reich gegliedertes, ziemlich compliciert gebautes System von mehreren, durch Längsbrüche getrennten Schollen, deren Schichten im Allgemeinen ein gegen Westen gerichtetes Einfallen besitzen, welches aber durch zahlreiche secundäre Faltungen, sowie durch ausgedehnte Schleppungserscheinungen an den westlichen Rändern jeder einzelnen Scholle sehr verwischt wird. Eigenthümliche Querbrüche vermehren noch die Complication.

Einen Überblick über die Hauptformen des Baues geben die Profile 64—75. Nach Bittner [568] kann man mehrere, durch Bruchspalten getrennte Schollen unterscheiden. Die westlichste derselben, die „Cadria Scholle“, ist für sich betrachtet eine eng zusammengefaltete Synklinale, deren

tiefste Sedimente im Westen untere Trias, im Osten Grenzdolomit sind, den Kern füllt Biancone aus. Die nächste, den Monte Meris, Monte Midelar, den Toffin-Tenera-Rücken und die Pianezza-Spitzen umfassend, die „Toffin-Scholle“, besteht aus steil gegen Nordwesten fallenden Liaskalken, denen Jura und Kreide nebst Spuren von Eocän aufgelagert sind. Der westliche Flügel dieser Scholle ist an den Schichten des Cadriazuges geschleppt und senkrecht aufgerichtet. Die dritte, die „Pari-Rocchetta-Scholle“ wird der Hauptmasse nach aus flach liegenden, wellig gefalteten Schichten vom Hauptdolomit bis zum Jura aufgebaut. Als Fortsetzung dieser Scholle kann das aus flach liegendem Hauptdolomit und rhätischen Schichten aufgebaute, ausgedehnte Gebirge im Süden der Val di Ledro zwischen Garda- und Idrosee angesehen werden. Östlich lagert sich demselben am Gardasee, südlich von Limone, eine aus gefalteten, compliciert gelagerten Jura- und Kreideschichten zusammengesetzte Scholle an. Im Unterlauf des Fme. Toscolano wird sie von einer südöstlich streichenden Bruchspalte von dem westlichen Gebirge geschieden, in welchem über dem Hauptdolomit in normaler Folge die Schichten bis zur Scaglia mit südöstlichem Falle liegen; das letztere Gestein bildet den Gebirgsrand gegen den See von Gargnano bis Salò. Wiederholt schneiden durch die erwähnten Schollen Querbrüche durch, an denen zuweilen Horizontalverschiebungen stattfanden. An solchen Bruchstellen treten daher äusserst complicierte Lagerungsverhältnisse auf; so besonders im Gebiete nördlich von Tiarno-Bezzeca und in der Umgebung von Ballino.

22. Brenta-Gruppe.

Umgebung: Tione, Valle di Rendena, Pinzolo, Val Nambino, Campo, Meledrio, Dimaro, Val di Sol (Noce), Noce bis Fort la Rochetta, Trt. Sporeggio, L. d'Andalo, Rivo di Lambin, L. di Molveno, L. di Nembia, Rivo Bondai, Val Buona Giudicaria (Sarca) bis Tione. [502, 547, 568, 572, 684, 878, 910, 981].

Gesteine. Granit des Monte Sabbione. Glimmerschiefer, mantelförmig über dem Granit, mit Porphyritgängen. Quarzporphyr über den krystallinen Schiefen auf der Ostseite von Val Rendena vom Sabbion bis Tione. Grödener-Sandstein über dem Porphyr. Versteinerungsreiche Seiser- und Campiler-Schichten, nach oben mit Zellendolomit abschliessend. Muschelkalk, beginnend mit Conglomeraten und rothen Sandsteinen, nach oben mit dunkeln Kalk abschliessend. Schlerndolomit am Zug des Monte Amolo und Monte Toff und weiter nördlich in kleinen Resten bei Campiglio. Raibler-Mergel in geringer Ausdehnung über dem obigen Complex. Hauptdolomit, das herrschende Gestein der Gruppe, in grosser Mächtigkeit allenthalben die Unterlage der folgenden Sedimente bildend. Rhätische Schichten, versteinerungsreiche Mergel nach oben übergehend in graue, stellenweise roth schimmernde Kalke (mit *Ter. gregaria*), Dolomit (mit *Rhabdophyllia clathrata*) und Oolithe. Die Rhät-Schichten liegen auf corrodierendem Hauptdolomit [981]. Lias in der Facies des Medolo, wohlgeschichtete, dunkle, kieselige plattige Kalke mit rauhen Mergelzwischenlagen fast ohne Versteinerungen, (nach [981]) übergreifend gelagert auf Rhät. Tithonische Kalke nur stellenweise über Lias oder älteren Sedimenten. Biancone fehlt fast vollständig. Scaglia und Eocän über Tithon oder übergreifend auf älteren Bildungen, erstere in der bekannten Ausbildung als rothe Mergel, letzteres als graue, sandige Mergel mit Nummuliten, aus der Scaglia allmählich hervorgehend und einerseits im Süden der Gruppe (Stenicobecken), andererseits im Norden (Nonsberger Mulde) entwickelt.

Bau. Im Grossen und Ganzen wird die BrentaGruppe von einem gewaltigen Tonnengewölbe aufgebaut, dessen Achse von dem Noce-Durchbruch oberhalb Cles bis in die Gegend östlich von Tione streicht. Prof. 61, 78. Die höchste Erhebung liegt in der Gegend der Bocca di Brenta, also in der Nachbarschaft des Sabbion-Vorsprunges. Auf der Höhe des Gewölbes, sowie am Abfalle gegen die Mulde des Molvenosees zeigen sich mehrere kleinere Wellen. Im Nordosten der Gruppe schneidet eine Bruchlinie, welche als

Fortsetzung der von Zambana nach Cavedago durchsetzende Spalte (vgl. Sarca-Gruppe) erscheint, das Gewölbe schief ab. Östlich davon liegt die gesunkene Nonsberger Mulde; Eocän und Scaglia vom Kern dieser Mulde stossen an ältere Bildungen des hoch erhobenen westlichen Gewölbes. Mehr untergeordnete Unregelmässigkeiten, die reichlich vorhanden sind, rühren theils von Brüchen und Faltungen her, so besonders im nördlichen Theile der Gruppe (Sasso rosso-Peller), theils von discordanter Auflagerung jüngerer Schichten auf älteren.

23. Monte Baldo.

Umgebung: S. Vigilio, Gardasee, Riva, Thalsattel von S. Giovanni, Lago di Loppio, Mori, Etschthal, Caprino. Pesina, S. Vigilio. [191, 231, 236, 336, 502, 507, 512, 566, 569, 598, 600, 634, 657, 714, 948, 1009].

Gesteine. Hauptdolomit mit *Turbo solit.* und anderen Versteinerungen, den Grundstock des Gebirges bildend. Lias in drei Abtheilungen: a) Lichtgraue, stellenweise röthlich geflammte, geschichtete Kalke; b) dunkelgraue Mergelkalke mit zwischengelagerten, weichen Mergeln („grauer Lias“); c) lichtgraue, röthliche, bräunliche oder gelbe Oolithe. Es sind besonders die obern Abtheilungen und zwar zumeist im Norden und Osten der Gruppe entwickelt. Jura und zwar: wohlgeschichtete rothe Knollenkalke (an ihrer Basis zuweilen Crinoidenbänke oder weisse Kalke mit *Posodomya alpina*) mit *Peltoe. transversarium* und *Aspidoc. acanthicum* (Ammonitico rosso). Dann tithonische rothe Kalkschiefer und Knollenkalke, lichte dickbankige Diphyskalke („Majolica“ [1009]), aus denen sich ganz allmählich der *Biancone* entwickelt; darüber folgt *Scaglia*. Das ältere Tertiär ist durch mächtige Nummulitenkalke, denen Basalte und deren Tuffe eingeschaltet sind, repräsentiert. Unter ihnen liegen stellenweise Schichten mit charakteristischen Spilecco-Versteinerungen, nach oben gehen die Kalke in Mergel über (Priabona-Schichten). Diese Gesteine

erfüllen die langgestreckte Mulde am Ostgehänge des Monte Baldo, während den Hauptkamm Hauptdolomit (oberhalb Ferrara) und vor allem Liaskalke und Oolithe (grösster Theil des Kammes und Westabhang) aufbauen.

Bau. Das Baldogebirge ist die südliche Fortsetzung des Abramozuges und zeigt wesentlich den gleichen Bau, wie dieser. Im Grossen und Ganzen ist es eine südsüdwestlich streichende, nach Osten übergefaltete Welle. Der westliche Schenkel der den Baldokamm bildenden Aufwölbung fällt, im Norden steiler, im Süden flacher, gegen den Gardasee ab. Liasische Kalke und Oolithe, auf Hauptdolomit gelagert, bauen diesen Schenkel auf. Unten am See bei Malcesine und südlicher bei Torri del Benaco liegen darüber noch kleine Reste von Kreide und Eocän. Nahe bei Cap S. Vigilio führen die obersten Bänke der Oolithe die bekannte Fauna der Murchisonä-Schichten. Am Südende des Gebirges wendet sich das Streichen gegen Osten. Hier erscheinen unter den übergeschobenen Oolithen die jüngeren Schichten nach Norden einfallend am Abhange gegen Pesina. Westlich davon, wo das Streichen noch ein nordsüdliches ist, ziehen die jüngeren Schichten (Kreide) in einer Mulde über Castione nach S. Zeno di Montagna empor. Nach Süden verschwindet der Gebirgszug unter den glacialen Sedimenten, aus denen nur noch an der Rocca di Garda und bei Affi eocäne Schichten hervorragen.

Gegen Osten legt sich an die hohe Aufwölbung des Baldokammes in mehreren Stufen abfallend eine Mulde vor, in welcher vorwiegend Kreide- und Tertiär-Schichten liegen. Es ist dieselbe Mulde, durch die in der Val Lagarina, wo sie am tiefsten ist, die Etsch fliesst. Weiter gegen Süden erhebt sie sich zu den Höhen von Brentonico, senkt sich aber dann neuerdings und taucht bei Caprino unter die glacialen Schotter des Gardaseegebietes hinab. Gleichzeitig aber wird sie durch eine am Ostabhange des Baldokammes ungefähr an den Quellen der Val Aviana beginnende und nach Süden bis Caprino fortsetzende Bruchspalte von dem hoch aufragenden, gegen den See abfallenden Sattelschenkel getrennt. Bei Brentonico ist der westliche Flügel der Mulde bis hinauf zum Altissimo erhalten, weiter südlich aber ist

er längs der Verwerfung fast vollständig verschwunden. Der flach nach Westen fallende Ostschenkel der Mulde besteht an seiner Basis aus Hauptdolomit, der längs der Etsch von der Mündung des Sornethales bei Serravalle bis Brentino ansteht. Hier verschwindet seine Hangendgrenze und die auflagernden Lias- und Jura-Schichten, welche im nördlichen Theile hoch über dem Thale eine weithinstreichende Terrasse bilden, senken sich hier zur Etsch herab. Sie, sowie die darüber folgenden Kreide- und Eocän-Schichten fallen im südlichen Theile der Mulde, von kleinen Störungen abgesehen, flach gegen Westen. Die hangendsten Tertiär-Schichten stossen von den Aviana-Quellen bis Ferrara di Monte Baldo nördlich am Lias, südlich am Hauptdolomit des Kammes ab oder fallen steil gegen die Bruchspalte ein. Bei Ferrara werden sie durch eine Querverwerfung abgeschnitten; die südliche Fortsetzung der Mulde ist etwas nach Osten verschoben und taucht, wie erwähnt, bei Caprino unter die diluvialen Schuttmassen ein. Die breite Brentonico-Mulde setzt sich, wie schon oben angedeutet wurde, aus mehreren staffelförmig zum Etschthal herab steigenden knieförmigen Falten zusammen. Nach der Auffassung einiger Geologen ist der staffelförmige Aufbau dieses Gebietes auf Längsbrüche zurückzuführen.

Im Jahre 1899 zeigten sich im Baldogebirge auffallende seismische Erscheinungen. Man hörte öfter starke unterirdische Getöse; in Val Parol (Umgebung des Altissimo) entstanden Spalten, aus welchen schwarzer Rauch aufstieg; bei Garda hat sich das Terrain etwas gehoben; in der Nacht vom 24.—25. März hat sich die kleine Insel Trimelone bei Cassone um ungefähr 1' gehoben; bei Zocchi, an den Quellen des Aviana, wo man Grünerde gewinnt, entsprang eine warme Quelle.

24. Sarca-Gruppe.

Umgrenzung: Riva, Ballino, Passo Durone, Saone, Val Buona Giudicaria (Sarca, Rivo Bondai, Lago di Nembia).

Lago di Molveno, Rivo di Lambin, Lago d'Andalo, Trt. Sporeggio, Fort la Rochetta, Noce bis Mezzolombardo, Etschthal bis Mori, Lago di Loppio, Thalsattel von St. Giovanni, Riva. [203, 231, 502, 512, 572, 910, 948, 1009].

Gesteine. Dolomit, nach seiner Lagerung östlich von der Etsch zu schliessen, wo er über dunkelgrauen Mergelkalken liegt, die dem Muschelkalk zu entsprechen scheinen, ein Äquivalent des Schlerndolomits. Er ist schwer von dem aus ihm hervorgehenden echten Hauptdolomit zu trennen. — Liasdolomit und grauer Liaskalk, ersterer ebenfalls schwer vom Hauptdolomit zu scheiden, letzterer sehr mächtig. — Oolith, nur stellenweise über den grauen Liaskalken und unter den folgenden Gesteinen erhalten. — Ammonitico rosso, schwach entwickelt (oder ganz fehlend); an einigen Punkten (Stenicogebiet) beginnt die Lage mit Conglomeratbänken (Oolithbrocken mit rothem Ammonitenkalk verbunden). — Diphyakalk, nur spärlich entwickelt, stellenweise, wie z. B. auf der Terrasse von Fai und Obermetz, auf ältere Schichten (Schlerndolomit) übergreifend. — Biancone, geringmächtig; in der Stenicomulde finden sich zwischen Biancone und der folgenden Scaglia Conglomeratbänke (Oolithgerölle in einem weissen kalkigen Bindemittel) discordant auf Biancone. — Scaglia, sehr mächtig, wiederholt transgredierend auf älteren Sedimenten ruhend. — Tertiäre, lichtgraue Nummuliten führende Mergel (Lago di Toblino) und dunkle, thonreiche Schiefer (Stenico). Mächtige Nummulitenkalke (Gegend von Trient und Riva, Gebiet des Orto d'Abramo). Schwarze Basalttuffe, meist sehr mächtig, den Nummulitenkalken eingelagert oder unmittelbar über Scaglia. — Jüngere Tertiärschichten, dunkle Mergel und Kalke (Nulliporenkalk) in geringer Verbreitung (Arcobecken), sodann grüngraue, sandige Mergel mit Versteinerungen der miocänen Schichten (*Pecten deletus*, ebendort). — Glaciale Ablagerungen und recenter Schutt.

Es scheint, dass einerseits nach Ablagerung der Oolithe, andererseits nach jener des Biancone eine Unterbrechung in der Sedimentation erfolgt ist [572].

Bau. Das Gebiet wird beherrscht von zwei nordöstlich streichenden, auch orographisch deutlich hervortretenden Aufwölbungen, Abramozug und Gazakette. Der erstere wird durch eine von Arco über Lago Toblino ins Etschthal streichende Mulde von dem zweiten getrennt, sowie dieser durch eine ähnliche, über den Molvenosee ziehende Mulde von dem westlich folgenden Brentagewölbe geschieden wird.

Im Abramozuge ist das Gewölbe im Grossen und Ganzen nach Südosten übergeschoben, die Achse hebt sich gegen Norden hin mehr und mehr empor. Das dreieckige Kalkgebirge nordöstlich von Trient (Trient—Gardolo—Roncogno) bildet die Ostfortsetzung des Bondone. Hier wendet sich das Streichen rasch gegen Osten wobei gleichzeitig eine eigenthümliche Wendung in der Überschiebungsrichtung eintritt in der Art, dass die am Bondone nach Südosten überschobene Welle im Gebirge östlich von Trient (Monte Celva) zu einer nordwärts blickenden wird. Am Westabhange des Abramozuges fallen die Schichten flach nach Westen, am Ostabhange findet man steil gegen Westen eingezogene Mulden, deren Kern die jüngsten Schichten, Scaglia und Eocän, ausfüllen. Besonders deutlich ist die am Ostabhange des Cornicello über Cei nach Ronzo streichende Mulde im Terrain markiert; bei Ronzo geht sie nach Westen in das weite, mit alluvialen Schottern erfüllte Becken von Riva—Arco über. Tiefer am Ostabhange des Abramozuges gegen das Etschthal folgen weitere Wellen, so am Monte Bastornada bei Calliano und bei Isera. Abgesehen von mehreren kleineren Störungen ist der Abramozug von zwei grösseren, nordsüdlich verlaufenden Bruchspalten durchzogen, an welchen Bewegungen in der Art stattgefunden, dass stets der Westflügel über den östlichen aufgeschoben wurde. Die östliche der beiden Bruchspalten zieht vom Westabhange des Bondone—Cornicello nach Terlagio; Liasdolomit und gelbe Kalke der westlichen Scholle stossen hier unmittelbar an Scaglia und Eocän der östlichen. Die westliche Bruchspalte verläuft dem Thale von Cavedine entlang; die Verschiebung ist hier geringer.

Die lange **G a z a w e l l e**, deren Grundstock Hauptdolomit und darüber gelagert mächtige graue Liaskalke bilden, während am Kamme flach gelagerte Oolithe herrschen, ist

ebenfalls nach Südosten überkippt, und wird hier durch einen Längsbruch, der aus dem Längsthale der Sarca über Toblino und Covelo gegen Zambana im Etschthal fortsetzt, von der anstossenden mit Kreide- und eocänen Gesteinen erfüllten, oben erwähnten Mulde getrennt [502]. Prof. 57, 62. Sie wird von drei nordsüdlich verlaufenden Brüchen durchsetzt. Der westlichste folgt der Val Lomasone, der nächste streicht westlich von der Spite des Monte Casale durch, der dritte entspricht der Linie Zambana (südlich von Mezzolombardo)—Cavedago; hier ist der Westflügel gesunken.

25. Nonsberger Alpen.

Umgränzung: Scana, Val di Pescara, Castrinsattel, Kaleththal (Maraunbach), Ultenthal, Lana, Etschthal (über Kaltern) bis Mezzolombardo, Noce bis Scana. [157, 258, 352, 502, 552, 590, 878, 910, 981].

Gesteine. Krystalline Schiefer, nur an der Nordgrenze der Gruppe. Conglomerate und Breccien unter dem Porphy, zwischen Platzerjöchl und dem Marauner Bache. Quarzporphyr als Unterlage der folgenden Gesteine am Ostrande von Meran bis Tramin und in einer grossen Scholle zwischen Bruchspalten von der Laugenspitze bis Ronco. Verrucano und Grödener-Sandstein, den Porphy begleitend und auf dessen corrodierter Oberfläche ruhend [878]. Der Grödener-Sandstein geht nach oben in bunte, graue und rothe Schieferthone und Mergel, in schmutzig gelbe, braun anwitternde Dolomite (mit Kupferausblühungen) und Rauhacken, dann in glaukonitreiche, oolithische Bänke mit kleinen, schlanken Schnecken (*Holopella gracilior*), und rundlichen Austernschalen (*Ostrea ostracina*), schliesslich in feinglimmerige, gelbliche Mergel mit Bellerophoniten über. Nun folgen Seiser-Schichten (mit *Avicula Clarai*) und Campiler-Schichten (mit *Naticella costata*) und eine Lage von sehr charakteristischem Zellendolomit. Darüber liegen rothe Conglomerate, die in rothe Sandsteinschiefer mit Pflanzen-

resten (*Voltzia Recubariensis*) übergehen. Weiter folgt ein dunkler, zuweilen knolliger Kalk, dann der sehr mächtige Schlerndolomit, reich an *Diplopora annulata*. Dieser über dem Zellendolomit folgende Schichtencomplex wird heute als Äquivalent des Muschelkalkes bezeichnet. Über diesem sind Melaphyrtuffe und gering mächtige Raibler-Schichten ausgebreitet, aus denen der Hauptdolomit hervorgeht (mit *Turbo solit.* und *Megalodon triquetet*). Rhätische Schichten fehlen; auch die grauen Liaskalke und die Oolithe sind nur in kleinen Resten am Süden der Gruppe erhalten. Es folgt Diphyakalk meist unmittelbar auf Hauptdolomit, Biancone, sehr spärlich, dann Scaglia über dem letztgenannten Gesteine oder übergreifend auf Hauptdolomit; weit verbreitet, zuweilen übergehend in Nummuliten führende, graue Schiefer und Kalke (Eocän). Glaciale Schotter, sowohl in der Nonsberger Mulde, als vor allem im Überetscher Gebiete.

Bau. Der Bau dieser Gruppe ist verhältnismässig einfach. Im Grossen und Ganzen liegt eine breite, nordost-südwestlich streichende Mulde vor; die Achse derselben ist nach Süden gesenkt. Den Steilrand gegen das Etschthal von Lana bis Kurtatsch bildet der Abbruch des östlichen Muldenflügels. Prof. 56, 58—60. Der Westflügel ist zu einem Gewölbe aufgebogen, das die Nordfortsetzung des Brentagewölbes bildet. Im Kern desselben erscheint der Porphyry der Laugen spitze, darunter krystalline Schiefer mit dem Ultener Tonalit. Den Ostflügel bilden die Triaskalke des Monte Osol und jene der Gall; Reste des Westflügels sind die steil unter die krystallinen Schiefer der Ortler Alpen einschliessenden Triasgesteine, welche von Malè nach Mocenigo und von hier, zu einem schmalen, eingequetschten Streifen zusammengeschrumpft an den Maraunerbach ziehen. Im nördlichen Theile ist dieses Gewölbe beiderseits, westlich am Marauner Bach, östlich längs einer über Unser Frau im Walde nach Lana ziehenden Linie von Bruchspalten begrenzt.

An letzteren ist der ganze Ostflügel mit der Porphyryunterlage abgesunken. Die Einförmigkeit des Ostschenkels der grossen Nonsberger Mulde wird durch einige flache,

wellenförmige Falten mit sanft geneigtem West- und steilem Ostschenkel unterbrochen. Eine kleine Querbruchspalte setzt über den Mendelpass, eine bedeutendere Bruchlinie streicht aus der Gegend von Vigo, südlich von der Cima di Tres, gegen Tramin; die Terrassen von Obermetz, Graun und Fennberg entsprechen dem gesunkenen Ostflügel. Der Westflügel der Mulde von Cles südlich gehört bereits der Brentagruppe an.

26. Vicentinische Alpen.

Umgrenzung: Ponton, Etschthal bis Trient, Fersina bis Pergine, Lago di Caldonazzo, Valsugana (Brenta) bis Primolano, Col de Barchi, Arsie, Feltre, Piave, Valdobbiadene, Bassano, Schio, Vicenza, S. Bonifacio, Verona Ponton. [9, 11, 95, 107, 121, 260, 261, 262, 280, 373 a N., 442, 460, 469, 470, 480, 481, 505, 506, 512, 513, 522, 523, 526, 566, 598, 599, 600, 607, 626, 749, 792, 874, 937, 1009].

Auch bei dieser, weit über die Landesgrenzen hinausreichenden Gruppe können wir unser Augenmerk in erster Linie nur auf den tirolischen Antheil lenken.

Gesteine. Quarzphyllit. Quarzporphyr, nur am Monte Zaccon im Norden der Gruppe. Grödener-Sandstein mit Pflanzenresten. Hellgraue, fast versteinungsleere Bellerophonkalke und -dolomite. Werfener-Schichten, graue Mergelkalke, darüber rothe, sandige Mergel. Muschelkalk in reicher Gliederung. Man kann unterscheiden: a) Unterer Muschelkalk mit Brachiopoden (*Spirigera trigonella*), Encriniten (*Enc. liliformis*) und Pflanzen (*Voltzia Recubariensis*); b) mittlerer Muschelkalk, graulich-weiße, sandige, glimmerige Bänke mit Pflanzenspuren und rothe, sandige Mergel, gering mächtig und nur lokal entwickelt; c) oberer Muschelkalk, Spizekalk*), weisser, zuweilen rosaroth geflammt, Diploporen führender Kalk im Liegenden und Hangenden von etwas verschieden ausge-

*) Heute zu den Buchensteiner-Schichten gezählt [1010].

bildeten Kalken begleitet. Buchensteinerkalk und Tuffe, geringmächtige, röthliche und graue Knollenkalke mit grünen Steinmergelzwischenlagen (*Pietra verde*), Daonellen führend. Melaphyr und Tuffe (Wengener-Schichten), deckenförmig ausgebreitet über den letztgenannten Kalken. Hauptdolomit mit *Turbo solitarius*, *Gervillia exilis* und Megalodonten; er ist innerhalb unserer Landesgrenzen das verbreitetste Gestein, das allenthalben die Unterlage der folgenden Sedimente bildet.

Die bisher erwähnten Schichten zwischen Grödener-Sandstein und Hauptdolomit sind die Hauptgesteine in der Umgebung von Recoaro, von wo sie in die Val Arsa hereinreichen.

Etwas davon verschieden ist die Entwicklung der Gesteinsreihe unter dem Hauptdolomit am Nordrande der Gruppe in der Gegend von Trient und in der obersten Valsugana. Hier folgt auf dem Grödener-Sandstein ein oolithischer Dolomit, dann versteinungsreiche Werfener-Schichten in der gewöhnlichen, südalpiner Ausbildung, weiter unterer Muschelkalk in Form von Conglomeraten, Sandsteinen, pflanzenführenden Mergeln, und knolligen Kalken, über denen dann der an *Diplopora annulata* reiche Schlerndolomit liegt. Von dem auflagernden Hauptdolomit wird er durch eine dünne Lage von Kalkmergelschiefern getrennt.

Unmittelbar über dem Hauptdolomit folgen (nach [937] discordant) die Liaskalke und zwar zunächst lichtgraue, zuweilen roth geflammte, gut geschichtete Kalke, dann die bekannten dunkelgrauen Mergelkalke („graue Kalke“) mit reicher Fauna, endlich die lichtgrauen, gelben oder röthlichen Oolithe. Weiter Kalk mit *Posidonomya alpina*, nur stellenweise entwickelt. Dann fleischrothe, Ammoniten führende Kalke (*Calc. incarnato*) und der bekannte Ammonitico rosso, besonders im südlichen Theile des Gebietes entwickelt, nach Norden mehr und mehr verschwindend. Es folgen röthliche und weisse tithonische Kalke, Diphyakalk, Majolica, dann allmählich daraus hervorgehend der weisse, unten hornsteinreiche, weit verbreitete Biancone, nach Norden vorgreifend und zum Theil discordant auf

älteren Schichten liegend. Die Scaglia ist nur local entwickelt.

Die Tertiärschichten, besonders am Südrande verbreitet, sind reich gegliedert. Wir heben nur einige der wichtigsten Ablagerungen hervor [260, 506, 508].

1. Tuffe von Spilecco, ziegelroth, grün gefleckt mit Brachiopoden und Haifischzähnen, unmittelbar auf Scaglia aufruhend, gegen Süden und Osten auskeilend.

2. Basalt, Tuff und Kalksteinbänke, Roncaschichten, sehr mächtig, sehr wechselnd. Glieder: a) der Membro, ein harter Kalkstein, treffliches Baumaterial (Steinbrüche bei Chiampo); b) die Fisch und Blätter führenden Kalkschiefer von Monte Bolca und Postale; c) weisser, grober Kalk des Monte Postale; d) Echiniden führende Kalksteine bei Brusa Ferri unweit Bolca u. A.; e) Kalke mit Kieselnieren und Nummuliten; f) grüne Tuffe von S. Giovanni Illarione, Castione etc.

3. Priabonaschichten, Tuffe, Kalke und Mergel reich an Orbitoliten, *Serpula spirulea*, *Cerithium giganteum*, *Schizaster rimosus* etc. etc.

4. Mergel, reich an Bryozoën, Sande und Conglomerate, Korallenbänke, Grosaraschichten, Schichten von Sangonini bei Lago (schwarze Tuffe, blaue Thonmergel und die Fisch und Pflanzen führenden Kalkschiefer von Salcedo mit ihren prachtvollen Palmen, Schichten von Laverda, sandige Mergel und Sandsteine mit Treibholz. Daraus entwickelt sich der Flysch.

5. Castell Gomberto-Schichten, Kalkstein, Bänke mit Echiniden, Korallen und Tuffe.

6. Schio-Schichten, Nulliporenkalk, Sandstein (mit *Clypeaster*), Kalkstein (mit *Scutella subrotunda*), Mergel (mit *Pecten*).

7. Jüngere Schichten, Tegel von Bassano, Sande von Asolo, Conglomerate u. s. w.

Eruptivgesteine. Ausser den oben genannten, wesentliche Glieder der Formationserie bildenden, massigen Gesteinen findet man zahlreiche, meist gangförmig durchbrechende Eruptivgesteine, Porphyre, Pechsteine, Porphyrite, Melaphyre u. dgl., besonders in der Umgebung von Recoaro

und Schio, in Val Posina und im Tretto, sowie Basalte in den südlicheren Gegenden. [373 a N., 527].

Bau. Man kann die Vicentinischen Alpen durch den Astico in zwei geologisch etwas abweichend gebaute Gruppen trennen.

Die westliche dieser Gruppen wird beherrscht durch die domförmige Aufwölbung bei Recoaro. Durch Erosion ist das tiefste Glied dieses Gewölbes, Quarzphyllit, blossgelegt. Wie am Innenrand eines Kraters trifft man von den tiefsten Stellen des Erosionskessels (Valli dei Signori, Recoaro) emporsteigend die Schichtenköpfe der in normaler Folge vom Grödener-Sandstein bis zum Hauptdolomit übereinander liegenden Formationen. Den Kamm bilden die weissen Felsen des letztgenannten Formationsgliedes. Seine Schichtflächen fallen von hier mantelförmig nach allen Seiten ab und tragen aufgelagert die jüngeren Sedimente, Lias, Jura und Kreide, in dem zur italienischen Ebene absinkenden südlichen Gebirge auch noch Tertiärschichten. Einen Überblick über diese Lagerungsverhältnisse geben die Profile 84—87.

Eine grössere Störung ist am Ostrande der Recoaro-Aufwölbung vorhanden. Es ist dies die hier beginnende grosse Schiobruchlinie. Bereits im Hauptdolomitgebiete der obersten Val Posina kann man sie bemerken. Von hier nimmt die Fallhöhe der Verwerfung nach Süden hin zu; der Ostflügel ist gesunken. Nördlich von Val Posina ist die Bruchspalte nicht mehr zu erkennen; in flacher Lagerung streichen die Schichten aus dem Gebiete der Val Arsa in jenes des Astico und weiter nach Osten zur Brenta. Die genannten, cañonartig eingeschnittenen Thäler gewähren vorzügliche Aufschlüsse in der Schichtenfolge vom Hauptdolomit in der Tiefe bis zum Biancone, welcher die Höhen und muldenförmigen Einsenkungen bedeckt.

Gegen Norden grenzen diese Schichten an die krystalline Insel der Cima d'Asta und hier treten nun bedeutende Störungen auf. Im Westen, im Gebirgsstocke des Chegol und der Scanupia, sind die Lagerungsformen verhältnismässig noch einfach. Über den nach Westen absinkenden krystal. linen Schiefen legen sich die Sedimentgesteine in aufge-

stauten Falten, die jenseits der Etsch, nach Südwesten umschwenkend, in die Faltenzüge der Sarcagruppe übergehen. Ähnlich ist es weiter südlich, der Etsch entlang, wo die flach vom Recoarodom herabfallenden Schichten allmählich in die Falten des Baldozuges eingezogen werden.

In dem südwestlich und südlich von dem Recoarogewölbe ausgebreiteten, grösstentheils schon ausserhalb unserer Landesgrenzen liegenden Gebirge der Monti Lessini und der Tredici Comuni zeigt sich flache Lagerung. Die Schichten streichen, in sanfte Wellen gelegt, von Westen nach Osten und senken sich im Grossen und Ganzen mehr und mehr nach Süden ab. Über die im nördlichen Theile noch herrschenden ältern, triadischen und Juragesteine, gewinnen nach Süden zu die jüngeren Kreide- und die an Eruptivproducten reichen Tertiärgesteine die Oberhand. Im Innern sind nordsüdlich streichende kleine Brüche mit gesunkenem Ostflügel nicht selten; grössere Störungen findet man in der Nähe des Recoarogewölbes (Ostwestbrüche mit gesunkenem Südflügel), ferner längs der Schiobruchlinie und am Westrande gegen das Baldogebirge. Hier ist besonders eine der linken Etschthalflanke folgende Störungslinie zu bemerken, an welcher der Ostflügel gesunken und stark zersplittert ist. Der westlich an die Bruchspalte grenzende Hauptdolomit gehört, wenn auch durch den Flusseinriss davon getrennt, geologisch doch zum Baldogebirge, dessen Unterlage er bildet.

Die östliche der beiden Gruppen (vgl. die Schnitte 81, 82) der Vicentinischen Alpen, das Gebiet der Sette Comuni, zeigt einen einfacheren Bau. Im Grossen und Ganzen ist es ein in zwei gewaltigen Stufen zur Ebene abfallendes Gebirgsland. Beide Stufen werden von je einer westöstlich streichenden flachen Aufwölbung gebildet, zwischen denen eine seichte Mulde liegt. Sie wird erfüllt zum grössten Theile von Kreidegesteinen (Biancone). Im Westen, bei Tonazza, keilt sie aus, nach Osten verbreitert sie sich und zieht über Asiago und Gallio nach Enega. Jenseits der Brenta setzt sie sich, sehr breit geworden und tiefer absinkend, über Primolano, Fonzaso und Feltre gegen das Belluneser Becken fort. In den Aufwölbungen herrschen die Juragesteine, die tiefen Thaleinrisse schneiden noch Hauptdolomit an. Die

nördliche Aufwölbung erreicht in dem Kamme, der die obere Valsugana im Süden begleitet (Cima dodici), ihre grösste Höhe. Nördlich davon stellen sich grossartige Störungen ein. Die oben erwähnten Falten der Scanupia gehen schon in der Val Centa in einen Bruch über; hier stösst bereits Hauptdolomit an die krystallinen Schiefer und weiter nach Osten, der Brenta entlang bis Strigno (und von hier nordöstlich ins Gebirge einsetzend) geht der Bruch in eine gewaltige von Norden nach Süden gerichtete Überschiebung über. Profil 81. Die krystallinen Schiefer sammt den darin aufsetzenden Granitmassen der Cima d'Asta sind weit über die unter sie einschliessenden, zertrümmerten und ausgewalzten Trias-, Jura- und Tertiärschichten geschoben. Mehrere parallele Brüche an der Südseite der Brenta, an denen Gesteine ganz verschiedenen Alters nebeneinander geworfen wurden, begleiten den Hauptbruch. Profil 91. Erst südlich davon, am Grenzkamme, erscheinen wieder ruhigere Verhältnisse; es beginnt der südliche Schenkel der nördlichen grossen Aufwölbung. Die südliche Aufwölbung ist sehr flach, ihr südlicher Schenkel fällt steil in die Tiefe und ist durch einen Längsbruch von dem flachen Gewölbe getrennt; ihm entlang sind ältere Schichten in der Regel über die jüngeren, Kreide und Tertiär, nach Süden geschoben. Letztere Gesteine sind hier stark gestört und in enge Falten zusammengeschoben im Gegensatze zu den weit nach Süden vorgreifenden Tertiärschichten im Westen der Schiobruchlinie. Dies Verhältnis kommt auch im Terrain sehr deutlich zum Ausdrucke, indem in den Tredici Comuni das sanft abfallende Gebirgsland weit nach Süden vorgreift und erst in den Berischen Hügeln und in den Euganeen allmählich abklingt, während das Gebiet der Sette Comuni weit nach Norden zurückgezogen ganz unvermittelt in die Ebene abfällt.

27. Cima d'Asta-Gruppe.

Umgränzung: Lago di Caldonazzo, Pergine, Fersina, Trient, Etschthal bis Lavis, Avisio (Val di Cembra, Zimmer-

thal. Fleimsthal) bis Predazzo, Val Travignolo bis Bellamonte, Lusiapass, Val di S. Pellegrino, Falcade, Val di Valles, Paneveggio, Rollepäss, Cismone über S. Martino di Castrozza und Primiero bis Imer, Gobbera, Canale San Bovo, Val Lunga, Val Sternozzena, A. Cavallara, Malga Orenna, Val Folva, Sattel N. v. Silana, Pradellan, Strigno, Castelnuovo, Valsugana (Brenta), Lago di Caldonazzo. [9, 11, 44, 157, 181, 187, 259, 383, 501, 523, 572, 585c, 823, 874, 917, 937, 984, 985].

Gesteine. Krystalline Schiefer, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzphyllit im Süden der Gruppe vom Caldonazzo-see bis Primiero in meist nördlich fallender Lagerung. In ihnen treten die unten erwähnten, stock- und gangförmigen Eruptivgesteine auf. Verrucano im Südwesten als Unterlage des folgenden Gesteins und discordant auf den krystallinen Schiefeln ruhend. Quarzporphyr und dessen Tuffe, herrschendes Gestein im Norden der Gruppe. Grödenner-Sandstein, Bellerophon-Schichten, Werfener-Schichten, in kleinen Resten erhalten auf dem Porphyr südöstlich von Lavis. Hauptdolomit; Lias- und Juragesteine, Scaglia und kleine Schollen von Tertiär bei Trient. Ausserdem findet man diese Schichtenfolge mit jungtertiären Gesteinen in dünnen Lagen bei Borgo unter die aufgeschobenen krystallinen Schiefer einschliessend.

Durchbruchsgesteine: Granit (Tonalit, „Quarzglimmerdiorit“ [966]), mit dunkeln Glimmer- und Hornblende-Concretionen in dem fast 30 km langen und 10 km breiten Stocke der Cima d'Asta. Quarzglimmerdiorit, gang- und stockförmig westlich von Roncegno. Quarzporphyrgänge in den Schiefeln nördlich von Borgo und Roncegno. Porphyritgänge in den Schiefeln zwischen Pergine und Levico und bei Roncegno [826, 827, 986].

Bau. Im Grossen und Ganzen erscheint die krystalline, mitten im Kalkgebirge liegende Insel des Astagebirges als eine ostwestlich streichende Anticlinale, welche im östlichen Theile längs der Valsugana Bruchspalte gegen Süden überschoben ist. (Vgl. die Schnitte 80—82 und 88, 89). Die Hauptmasse der krystallinen Schiefer fällt vorherrschend nach

Nord und Nordwest und zwar im Westen weniger steil als im Osten, wo auch eine Änderung in der Fallrichtung gegen Nordost und Ost unter die Gruppe des Cimon della Pala eintritt. Im Süden werden sie zwischen Primiero und Borgo durch die Valsugana-Bruchlinie abgeschnitten. An die nordfallenden Schiefer stossen unmittelbar ebenfalls vorherrschend nordfallende jüngste Trias-, sodann Jura- und Kreidesteine oder schießen unter die Bruchspalte ein. Westlich von Borgo, wo die Bruchlinie in das südliche, jüngere Gebirge übergreift, hört die Überschiebung auf; die Schichten der Anticlinale fallen normal im Norden nach Norden, im Süden südlich.

Über der Phyllitwölbung liegt nach Art eines Schichtgesteins die Porphyrtafel. Sie bildet nördlich von dem Astastocke in der Lagoraiette die höchsten Erhebungen und fällt von dort flach gegen Nord zum Travignolo und in das Fleimsthal ab. Der südliche Flügel des Porphyrgewölbes ist an der Valsugana-Bruchlinie versenkt; nur am Monte Zaccon, südwestlich von Borgo, ist davon ein kleiner Rest, überdeckt von einem schmalen Bande Werfener Schichten, erhalten.

Im Phyllit setzt die mächtige Granitmasse auf; sie ist rings von einem Contacthufe umgeben, sendet Apophysen in die Schiefer und schliesst Bruchstücke derselben ein. Dagegen hat der Granit die an ihn grenzenden mesozoischen Gesteine (an der Malga Orenna, Val Tesin) nicht verändert. Die Schiefer fallen im Süden der Granitmasse unter diese ein, im Norden liegen sie auf derselben [823, 874]. Das Verhältnis des Granits zum Schiefer wurde verschieden dargestellt. Längst aufgegeben ist die Auffassung eines mächtigen Lagers im Schiefer [259]. Man weiss [523, 874], dass das Eruptivgestein die Schiefer stockförmig durchsetzt (oder als Lakkolith in ihm liegt?) und fand in neuerer Zeit auch Contactwirkungen (Andalusit, Cordierit und Spinell führende Gesteine) bis zu 100 m Entfernung vom Granit [823]. Über das Alter des Granits ist nichts sicheres bekannt. Zur Zeit als man sich denselben lagerförmig im Phyllit vorstellte, musste man ihm natürlich ein gleiches Alter zuweisen. Als Durchbruchsgestein muss er jünger sein, als dieser. Die Meinung, nach welcher er,

sowie jener von Brixen und vom Adamello, in den Eruptionsspalten der Perm-Vulkane, deren Laven der Quarzporphyr darstellt, erstarrt wäre, ist wohl nicht haltbar [523]. Heute hält man ihn für viel jünger (alttertiär?), ohne dass vorläufig vollkommen befriedigende Beweise für diese Ansicht vorgebracht werden könnten [917, 966, 967, 984, 985].

Nur orographisch mit der Asta-Gruppe verbunden, geologisch aber zum Abramozug gehörig schliesst sich im Westen das dreieckige Kalkgebirge des Kalisberges bei Trient (Hauptdolomit—Tertiär) an die Gruppe an. Es ist eine zwischen Bruchspalten eingekeilte Mulde. Vgl. S. 193.

28. Porphyryplateau von Bozen.

Umgrenzung: Lavis, Etschthal (über Kaltern) bis Meran, Naifschlucht, Kreuzjoch, Öttenbach, Sarnthein, Schwarzer See, Villander Alpe, Eisack bis oberhalb Klausen, Villnössthal, St. Magdalena, Klieferbach, Kutschnerbach, St. Ulrich in Gröden, St. Michael, Kastelruth, St. Vigil, Tiers, Tierserthal, Purgamatschbach, Karrer Seen, Unter-Eggenthal, Zangenbach, Reiterjoch, Val di Stava, Bedole, Rv. dei Molini, Cavalese, Val di Cembra, Lavis [133, 157, 281, 383, 418, 419, 441, 501, 523, 555, 556, 874, 918].

Gesteine. Quarzphyllit als Unterlage der Porphyryplatte. — Verrucano in der gewöhnlichen Ausbildungsweise (festes Quarz-Schiefer-Porphyr-Conglomerat mit meist rothem Bindemittel, oder mehr lockere Conglomerate „Grundconglomerat“). — Quarzporphyr in zahlreichen Abänderungen durch Zusammensetzung, Farbe, Absonderungs- und Verwitterungsformen [918], krystallin erstarrte Lavaströme wechselnd mit Tufflagen. — Grödener-Sandstein, zuweilen kohlige Pflanzenspuren führend, in einzelnen Denudationsresten dem Porphyr aufgelagert. — Bellerophon-Schichten, spärlich, zuweilen Gips führend, mit dem Grödener-Sandstein verbunden. — Triasgesteine in südalpiner Entwicklung, bis zum Schlern-dolomit, in kleinen Denudationsresten oder von Westen

her übergreifenden Lappen (Neumarkt-Lavis). — Glacial-Diluvium in Form von Moränen und Blockmassen weit verbreitet. — Alluviale Bildungen besonders im Etschthale.

Bau. Wie erwähnt, hat nur die Quarzporphyrplatte wesentlich Antheil am Aufbaue dieser Gruppe. So weit sie blossliegt, bedeckt sie ein Terrain von mehr als 12 Quadratmeilen; da sie aber nach Osten, wie nach Westen, auf weite Erstreckung hin die Unterlage der jüngeren Sedimente bildet, so ist nicht zuviel behauptet, wenn das tirolische Porphyrgebiet als das grösste Europas bezeichnet wird. Die Fortsetzung der Platte unter die aufgelagerten Sedimente führt auch unsere Übersicht etwas über die auf die oberflächliche Verbreitung des Porphyrs gegründete geographische Umgrenzung des Gebietes hinaus.

Die Platte als Ganzes genommen ist zwischen dem liegenden Phyllit und den hangenden permo-triadischen Bildungen wie ein Schichtgestein eingeschaltet und hat als solches alle Lagerungsstörungen der Sedimentgesteine mitgemacht.

Auf dem gefalteten Phyllit liegt übergreifend zunächst gewöhnlich Verrucano (oder „Grundconglomerat“), d. i. ein Wechsel von Sandsteinen und Conglomeraten aus Schieferbrocken, Quarzit und porphyrischem Material bestehend. Darüber folgt der Complex der Porphyrlaven wechselnd mit Tuffen und Porphyrconglomeraten. Auch verrucanoartige Sedimente, zuweilen kohlige Pflanzenspuren führend, sind stellenweise zwischengelagert. In manchen Profilen wechselt krystalliner Porphyr (Lavaströme) mit Tuffen wiederholt; hier liegen Ströme auf Strömen, dort Tuffe auf Tuffen.

Nach oben geht dieser Complex oft ganz allmählich in dünnplattige Sandsteine über und es ist nicht immer leicht zu sagen, ob man es noch mit tuffigem Porphyr oder mit dem eigentlichen Grödener-Sandstein zu thun hat.

Im Süden — jenseits der geographischen Grenze der Gruppe — erhebt sich der Rand der Platte in der Lagorai-kette über 2700 m; der Nordrand liegt am Raschötz 2300 m hoch, am Villanderer Berg 2500 m. Von dieser Höhe senkt

sich die Platte gegen Bozen zu allmählich ab. Am Westgehänge des Etschthales taucht die Platte bei Lana und Eppan etwa in 800—900 m, weiter südlich bei Tramin bereits im Niveau der Etsch unter die Trias des Mendelgebirges und den nach Osten übergreifenden Lappen zwischen Neumarkt und Lavis hinab. Am östlichen Etschthalgehänge hält sie sich ziemlich hoch: ca. 1400 m südlich von Bozen, 2500 am Zangenberg und Schwarzhorn. Östlich von diesem Höhenrücken und zwischen den aufgebogenen Rändern im Süden an der Lagoraiette und im Norden an der Raschötz liegt ein ausgedehntes, beckenförmiges Depressionsgebiet, das gegen Osten an Tiefe derart zunimmt, dass die Porphyrlatte allmählich vollständig unter der jüngeren Bedeckung verschwindet. Innerhalb dieser Senkung zeigen sich einige bemerkenswerte Aufbiegungen der Platte, so am Costalungapass und im Gebiete zwischen Travignolo und Pellegrinthal.

Die bedeutendsten Tiefen (abgesehen von den östlich gelegenen Gebieten) finden sich an den Wurzeln des Grödener- und Fassathales und vor allen in der Gegend von Predazzo. Hier sinkt der Porphyr plötzlich von den Höhen des Costalungapasses (1700 m), vom Zangenberg (2500 m), der Lagoraiette (2700 m) und dem Monte Bocche (2700 m) unter das Niveau von Predazzo (1000 m) hinab. Der hiedurch gebildete Kessel von Predazzo ist somit mehr als 1700 m tief.

Zum grösseren Theile werden diese bedeutenden Niveauverschiedenheiten durch Verwerfungsklüfte veranlasst. Die meisten derselben beschränken sich nicht auf die Porphyrlatte, sondern setzen auch durch die auflagernden jüngeren Bildungen fort. Die Kenntnis der tektonischen Verhältnisse der Porphyrlatte erleichtert somit auch die Vorstellung von den Grundzügen der Tektonik des von der Trias bedeckten Gebietes. Vgl. die Kartenskizze 63.

Am nördlichen Rande der Gruppe liegen die Porphyrlatte und die begleitenden Conglomerate übergreifend auf dem gegen Süden absinkenden Quarzphyllit des Pusterthalerzuges und des Pensergebirges. Nur stellenweise, wie im obern Villnössthale und in der Naif bei Meran wird sie durch Verwerfungsbrüche abgeschnitten; dort durch die Villnösser-, hier durch das nördliche Ende der Judicarienlinie.

Längs des Tierserthales streicht eine nach Norden gekehrte steile Knickung (Flexur) der Porphyrlatte, Prof. 83, die ihre Fortsetzung längs der Linie Blumau-Bozen findet. Das Gebiet nördlich davon ist von einer Anzahl dem Eisack ungefähr paralleler Klüfte durchsetzt, die durch Querbrüche abgeschnitten werden. Insoferne nicht etwa ungleiche Erosion des verschieden leicht angreifbaren Gesteins Terrainstufen erzeugt hat, sind die meisten deutlich ausgesprochenen Terrassen, z. B. am Rittener Berge, auf Rechnung dieser Verwerfungs Klüfte zu setzen. Am rechten Eisackgehänge liegen Unterinn und Siffian, Lengstein und St. Verena einerseits, Oberbozen, Wolfsgruben, Klobenstein und Lengmoos andererseits auf solchen Terrassenstufen. Der Eisack selbst zwischen Waidbruck und Bozen dürfte ursprünglich einer Spalte gefolgt sein. Auch auf dem linken Eisackgehänge sind derartige Verwerfungen vorhanden und bilden Terrassen. Am auffallendsten ist die Terrasse, welche sich von Tagusens über St. Oswald nach Völs hinzieht. Die genannten Ortschaften liegen auf einer abgesunkenen, vorderen Scholle, während die Oberfläche der stehen gebliebenen das Kastelruther Plateau bildet.

Auch südlich von der Tierserflexur ist die Porphyrlatte von Brüchen durchzogen. Eine grössere Verwerfungsspalte setzt von der nordwestlichen Ecke des Latemargebirges zur Grimmelpe, von da nach Fontana Fredda ins Trudenthal und weiter bis S. Michele im Etschthale fort; der nördliche Flügel ist gesunken und zwar im Westen mehr, so dass hier durch sie selbst noch der Schlerndolomit an den Porphyrl geworfen wurde. Südlich davon erhebt sich der Porphyrl am Zangenberg und Schwarzhorn zu bedeutenden Höhen; auch hier sind noch einige kleinere Bruchspalten zu bemerken. (Prof. 93.) Aus der Val di Stava setzt eine Verwerfung über das Satteljoch nach Osten; auch südlich von der Stella della Cugola streicht eine Verwerfung über den Sattel von S. Lugano ins Trudenthal; in beiden Fällen ist der südliche Flügel gesunken.

Die Eruptionsstellen der Quarzporphyrlaven sind nicht bekannt. Die Meinung, dass diese Laven zu den Eruptivstöcken der Cima d'Asta, des Adamello, von Brixen und

Klausen in genetischer Beziehung stünden [501, 523], hat wenig Anklang gefunden. Dass die Eruptionen der Post-carbon- oder älteren Dyasperiode angehören, wurde schon öfter hervorgehoben; sie stehen daher wohl sicher mit der bedeutenden Gebirgsbildung, welche zu jener Zeit im alpinen Gebiete stattgefunden hat, in innigem Zusammenhang.

Die jüngern Bildungen, vor allem Grödener-Sandstein, liegen flach auf dem Porphyry und zwar in einer mehr zusammenhängenden Decke am Möltener Plateau zwischen Etsch- und Sarnthal, in kleinen Resten östlich von letzterem und auf den Höhen südlich vom Eggenenthal; hier ist am Joch Grimm noch als winziger Rest der einstmaligen, weit ausgebreiteten Triasdecke eine Scholle von Schlerndolomit erhalten. Von Neumarkt bis Lavis greift die untere Trias, Werfener-Schichten bis Schlerndolomit, von der westlichen Etschseite als schmaler Streifen auch an das östliche Etschthalgehänge herüber und grenzt bis S. Michele längs der Trudenlinie, weiter südlich aber in flacher Überlagerung an den Porphyry.

29. Südtiroler Dolomite.

Umgränzung: Cavalese im Fleimserthale, Riviere dei Molini, Bedole, Val di Stava, Reiterjoch, Zangenbach. Unter Eggenenthal, Karrersee, Purgamatschbach, Tierserthal, Tiers, St. Vigil, Kastelruth, St. Michael, St. Ulrich in Gröden, Kütschnerbach, Klieferbach, St. Magdalena, Villnössthal*), Eisack bis Brixen, Rienz, Pusterthal über das Toblacherfeld bis Innichen, Sextenthal, Kreuzberg, Padola, Trt. Diebba, Colle Castello, Sta. Catterina, F. Anziei, Piave bis Pieve di Cadore, Valle, Val Cibiana, (Trt. Rite), Forcella Cibiana, Trt. Cervergna, Forno di Zoldo, Val Pramper, Moscosinpass, S. Michele di Valle, Trt. Bordina, Agordo, Val Imperina, Vallalta, Trt. Mis, Passo di Cereda, Fiera di Primiero, Val di Cismone, S. Martino di Castrozza, Rollepass, Paneveggio,

*) Wir ziehen A. Böhm's „Pfannhorngruppe“ hier mit ein.

Vallespass, Val di Valles, Falcade, Val di S. Pellegrino, Lusiapass, Bellamonte, Val Travignolo, Predazzo, Fleimserthal (Avisio) bis Cavalese. [100, 118, 149, 157, 206, 209, 221, 237, 257, 273, 281, 354, 359, 362, 381, 382, 384, 385, 403, 404, 406, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 444, 447, 448, 457, 515, 518, 523, 537, 574, 575, 614, 660, 705, 706, 707, 708, 738, 777, 815, 819, 349, 850, 874, 879, 913, 917, 1016].

Gesteine. Krystalline Schiefer, Glimmerschiefer und Phyllit in der Pfannhorngruppe. Schwarze Kiesel-schiefer in Verbindung mit den obigen in der Gegend südlich von Brixen. Quarzporphyr und dessen Tuffe, allenthalben als Unterlage der folgenden Sedimente. Damit in Verbindung stehen verrucanoartige Gesteine, Conglomerate aus Quarz-, Schiefer- und Porphyrbrocken. Gröden-Sandstein meist allmählich aus dem Porphyr hervorgehend. Bellerophonschichten, Gips und Rauh-wacke, Dolomit und dunkle Kalke, letztere besonders im Norden des Gebietes vorhanden. Werfener-Schichten in südalpiner Entwicklung (Seiser- und Campiler-Schichten).

Die folgenden Sedimente sind in zweierlei Facies ausgebildet; einerseits als gewöhnliche marine Absätze, Kalke und Mergel, andererseits in der Dolomitfacies, welche von Richthofen und Mojsisovics als Korallenriffbildung (daher „Riffacies“) aufgefasst wird.

Muschelkalk und zwar unterer Muschelkalk in Form rother Sandsteine, Conglomerate und Mergel, sowie grauer, thonreicher Kalke, und oberer Muschelkalk, zumeist nur in der Riffacies als weisser Dolomit, „Mendoladolomit“. Im oberen Buchenstein ist der obere Muschelkalk in Form eines grauen, crinoidenreichen Kalkes mit grossen Schnecken entwickelt. Buchensteiner-Kalk grau, dünnplattig, knollig, mit pietra verde. Wengener- und Cassianer-Schichten. Schlerndolomit (bei Mojsisovics „Wengener- und Cassianerdolomit“ genannt); er ist das herrschende Gestein im westlichen Theile des Gebietes. Raibler-Schichten, meist in Form von rothen Mergeln, dann in der Riffacies. Dachsteindolomit (auch „Dachsteinkalk“ genannt), das herrschende Gestein im mittlern und südöstlichen Dolomitgebiete.

Jüngere marine Sedimente kommen innerhalb des Gebietes nur ganz vereinzelt vor, so z. B. kleine Lias-, Jura- und Kreidereste auf der Puezalpe und im Gebiete der Fanis- und Fossisalpe zu beiden Seiten des Rauhthales [457, 523, 614, 705, 706, 707, 708]. Sehr verbreitet sind glaciale Ablagerungen in Form von geschichteten Conglomeraten, Schotter- und Sandmassen, sowie ungeschichtete, schlammige, blockführende Moränen und erratische Blöcke, zuweilen auf bedeutenden Höhen. Dazu kommen reichlicher Alluvialschutt, Bergsturz- und Gehängeschuttmassen.

Eruptivgesteine. Hierher gehört vor allem der schon oben aufgeführte Quarzporphyr, der sich aber wie ein Schichtgestein in den Complex der Sedimente einfügt. Sodann die schwarzen Augitporphyr*)-Laven und deren Tuffe unter den Wengener-Schichten, welche allmählich daraus hervorgehen, ausgebreitet, dann aber auch an einzelnen Stellen in jüngerer Zeit übergreifend auf Schlerndolomit (Schlern, Monte Agnello, Viezzena). Endlich die mannigfalligen, im Fassathale stock- und gangförmig die Trias durchbrechenden Massengesteine, der Melaphyr, der Monzonit, der rothe Predazzo-Granit**), die dunkeln jüngeren Eruptivgänge (Camptonite) und der Orthoklasporphyr***).

Die Eruptivgesteine des Fassathales haben die Geologen und Petrographen viel beschäftigt. Richthofen [157] unterscheidet als Hauptmasse Syenit und diesen durchsetzenden Hypersthenit. De Lapparent [206] vereinigte beide unter dem Namen Monzonit. Tschermak [281] sah in den vorliegenden Gesteinen eine Reihe von Übergängen zwischen Syenit und Diorit und scheidet davon den Hypersthenit als Diabas aus. Auch Doelter [409, 448] hält an diesen Übergängen fest, heisst aber die beiden Endglieder Hornblende-Monzonit und Augitmonzonit (Augitsyenit). Cathrein [777] sagt, dass vorwiegend Plagioklas-Augitgesteine vorhanden

*) Auch „Melaphyr“ genannt [409].

**) In ihm wurden Glaseinschlüsse gefunden [537], welche aber sekundär sein sollen [660].

***) Vgl. auch O. v. Huber in J. R. A. 1900, S. 395.

seien, die er „Augitdiorite“ nennt. Brögger [917] sieht im Monzonit einen Zwischentypus zwischen Orthoklas- und Plagioklasgesteinen und führt die vom Monzonit abweichenden Hypersthen oder Augit führenden Gesteine unter dem Namen Pyroxenit als „Grenzfacies“ ein. Nach dem letztgenannten Beobachter sind die ältesten Ergüsse jene des Augitporphyrs (und Melaphyrs), der Monzonit und dessen Grenzfacies (die Pyroxenite) sind in der Tiefe erstarrte Äquivalente; in sie ist der Granit später eingedrungen. Die diesen letzteren durchsetzenden schwarzen Gänge haben nichts mit dem Melaphyr des Mulatto zu thun, es sind jüngere Camptonite, die möglicherweise auch noch am Gipfel des Mulatto auftreten. Die Orthoklasporphyre (Liebeneritporphyr) sind zum Theil porphyrische Apophysen des Granits, theils Äquivalente der Camptonite.

Bau. Vom Dolomitgebiete besitzen wir zwei hervorragende monographische Schilderungen. Beide (Richt-hofen [157] und Mojsisovics [523]) basiren auf der Vorstellung, dass die mächtigen Dolomitmassen des Gebietes, der Schlerndolomit, Korallenriffbildungen seien. Gegen diese Auffassung wurden von mehreren Seiten zum Theil wohl begründete Einwände erhoben. Trotzdem sind wir in unserer für einen grösseren Leserkreis bestimmten Darstellung der Auffassung Mojsisovics gefolgt, nicht als ob wir sie für die einzig richtige hielten, sondern weil hier eine von einem einheitlichen Gesichtspunkte ausgehende, ausführliche Beschreibung des ganzen Gebietes vorliegt, während seine Gegner — mit wenig Ausnahmen [850, 879, 913] — vorwiegend destructive Mittheilungen machen, einzelne Fehler in der Beobachtung aufdecken oder ihre Auffassung einfach an die Stelle jener setzen. Über einzelne Theile des grossen Gebietes liegen zwar ausführliche Arbeiten vor, die, theilweise mit Kartenskizzen und Profilen ausgestattet, für die beschriebenen Theile als Grundlage hätten dienen können. So besonders die Arbeiten von M. Ogilvie [850, 879], Rothpletz [874] und Salomon [913]. Allein alle diese Theile würden dadurch vollständig aus dem Zusammenhange mit dem Übrigen gerissen werden, in welchem wir nun einmal auf die Rifftheorie solange angewiesen sind,

als es nicht von einem andern Gesichtspunkte aus einheitlich dargestellt ist. Es blieb uns also nichts anderes übrig, als in der übersichtlichen Darstellung bei der Rifftheorie zu bleiben, im Führer aber auf die in ihrer Auffassung abweichenden Detailarbeiten zu verweisen.

Nach der Rifftheorie ist die Auflösung der Dolomitmassen in mehr oder weniger isolierte Stöcke einestheils eine Wirkung der Erosion*), andernteils liegen aber die ursprünglichen Riffgrenzen vor. Das beigegebene Kärtchen 92 zeigt die ursprünglichen und die späteren, durch Abtragung erzeugten Grenzen; erstere sind durch volle, letztere durch unterbrochene Linien angedeutet. Die verticalen Schraffen geben die Verbreitung der Riffe zur Wengener-, die horizontalen zur Cassianerzeit an. Die Zahlen beziehen sich auf die im folgenden besprochenen Gruppen.

Wir geben zunächst einen flüchtigen Überblick über das ganze Gebiet (vgl. die beigegebene Karte) und erleichtern uns dann die Darstellung wichtiger Einzelheiten dadurch, dass wir das Gebiet in Gruppen auflösen, deren Bau wir dann ausführlicher kennen lernen.

Im Grossen und Ganzen ist der Bau ziemlich einfach. In der Reihenfolge der Formationen machen der Facieswechsel zwischen der gewöhnlichen marinen Entwicklung der Sedimente und der Riffbildung, sodann die Einfügung von Eruptivgesteinen Schwierigkeiten. Die Lagerung der Schichten ist zumeist eine flache; grössere Störungen verursachen die Bruchspalten, von denen wir nur die bedeutenderen hervorheben können. Wie zersplittert im Einzelnen das Gebiet ist, zeigt ein Blick auf die Profile von M. Ogilvie (vgl. das Dürnstein- und Tofanagebiet im Führer), doch können wir auf diese Verhältnisse nicht näher eingehen.

*) In neuester Zeit sind während des Druckes dieses Buches von den bisherigen weit abweichende Erklärungen der Relief-
formen im Dolomitgebiete aufgetaucht, die aber hier nicht mehr berücksichtigt werden konnten. Vgl. Miss M. Ogilvie „The Torsion-Structure of the Dolomites“, Quart. Journ. Geol.-Soc. 1899, Nr. 219 und C. Diener „Ueber den Einfluss der Erosion auf die Structur der südosttirolischen Dolomitstöcke“ Mitth. d. k. k. geogr. Ges. Wien, 1900, Hft. 1 und 2.

Der genannte Facieswechsel einerseits, dann aber die grosse Verschiedenheit in der Ausbildungsweise der übereinander folgenden Schichten und deren abweichendes Verhalten zur Erosion bringen, in Verbindung mit der flachen Lagerung der Schichten, den eigenthümlichen, vielgerühmten Reiz der Landschaft mit sich. Aufsteigend finden wir reichen Wechsel von kahlen Steilstufen (Quarzporphyrplatte, Augitporphyrplatte, Dolomitplatte) mit sanften Böschungen (Grödener-Sandstein, Werfener-Schichten) und flachen, vegetationsreichen Plateaus (Oberfläche der Tufflagen, der Wengener- und Cassianer-Mergel) und ebenso stossen wir, in horizontaler Richtung auf den weidreichen Mergel- und Tuffböden fortschreitend, plötzlich auf die hoch aufragenden, unersteiglichen Klippen der Riffe. Nicht wenig trägt sodann zum malerischen Landschaftsbilde neben dem Formenreichthum der harmonisch abgetönte Farbenwechsel zwischen dem tiefrothen Porphyr und Grödener-Sandstein, dem weissen Riffkalke und den schwarzen Eruptivlaven, Tuffen und Mergeln bei.

Mit Recht wurde das ganze Gebiet der Dolomite mit einer flachen Schüssel verglichen. Den nördlichen und nordöstlichen Rand derselben bilden krystalline Schiefer; im Westen und Süden übernimmt diese Rolle die hier hoch aufgebogene Porphyrplatte, die im übrigen den nach Südosten geneigten Boden des Ganzen bildet (vgl. den Schnitt 94). Hier, im Südosten, taucht der Rand nicht mehr empor, er wird von der, so zu sagen, überquellenden Beckenausfüllung überfluthet. Diese Ausfüllung besorgen die permotriadischen Schichten vom Grödener-Sandstein aufwärts bis zum Dachsteindolomit. Da die ganze Schüssel im Westen und Nordwesten mehr gehoben ist, so spielen hier die tiefern Triasglieder, vor allem der Schlerndolomit, die Hauptrolle, während weiter im Osten und Südosten die höheren Sedimente, in erster Linie der Dachsteindolomit, das Gebiet beherrschen. Schon dem flüchtigsten Blicke wird der hierdurch hervorgerufene Unterschied klar: dort die isolierten Massen des ungeschichteten, hier die mehr zusammenhängende Platte des deutlich geschichteten Dolomits.

Von hervorragender Bedeutung für den Bau sind die zahlreichen Bruchspalten, von denen hier nur die grössten erwähnt werden sollen (vgl. die Kartenskizze 63).

Im Norden schneidet die westöstlich durchsetzende Villnösser Bruchspalte ein. Vom Villnösser Thal bis zum Abteithale ist an ihr der Nordflügel gesunken; von hier aber, wo die Spalte gegen Südosten mitten durch die Dachsteindolomittafel der Pragser Hochalpen und des Monte Cristallo zieht und noch weiter, in Val Anzei bis Agordo, liegt der Südflügel tiefer. Südlich von ihr durchsetzen zwei sich kreuzende, besonders im Westen stark zersplitterte Bruchspalten das Gebiet. Es ist dies die Falzarego- und die Antelao-Linie, an denen vorherrschend die südlichen Theile abgesunken sind. Wie die Zweige eines Baumes finden wir Ausläufer dieser Spalten weiter im Westen, im Fassathale, wo die vielgenannten Eruptivmassen mit ihnen in Beziehung stehen, und in der Eggenthaler Porphyrrplatte. Den Südrand des Gebietes begleitet die nach Nordosten emporstreichende, vielfach zersplitterte Valsugana-Linie, längs welcher der südliche Flügel gesunken ist,

a) Pfannhorn-Gruppe.

Das Gebiet zwischen Rienz, Eisack, dem vordern Gröden und dem Verrucanozuge vom obern Villnöss bis Toblach besteht fast ausschliesslich aus grauen, seidenglänzenden Schiefen (Phyllit nach Mojsisovics und den Karten der geologischen Reichsanstalt, Glimmerschiefer nach Rothpletz [874]). Im Norden, in der Nähe der Grenze gegen den Brixener Granit, welche auch als Bruchspalte aufgefasst wird, steht die Schieferung dieser Gesteine vertical, weiter im Süden neigt sie sich, mehr und mehr flacher werdend, nach Süden; das Streichen ist ^{es}nach Westen oder Nordwesten gerichtet. Schieferung und Schichtung fallen nicht immer zusammen. Wo letztere noch zu erkennen ist, zeigt sie, dass diese Gesteine eine sehr bedeutende Lagerungsstörung, eine intensive Faltung erlitten haben; wahrscheinlich ist der mächtige Gesteinscomplex auch von Verwerfungsspalten durchsetzt.

Im Afers- und Villnössthale findet man innerhalb dieser Gesteine Schollen von schwarzen, graphitischen, Kiesel- und Thonschiefern, die entweder in die krystallinen Schiefer eingefaltet oder auf Spalten eingesunken sind. Auf Grund ihrer petrographischen Eigenheiten darf man sie wohl für jünger als die krystallinen Schiefer halten. Da sie aber mit diesen alle Störungen vor Ablagerung der Perm-Schichten durchgemacht haben, sind sie sicher älter als letztere. Versteinerungen fehlen in ihnen gänzlich. Längs des Villnösstales werden die Phyllite von der Villnösser Bruchspalte durchschnitten; dem gehobenen Südflügel gehören die Schiefer am Tshanberge mit der aufgelagerten Porphyryplatte an der Raschötz an. Über dem gesunkenen Nordflügel liegen im obern Villnössthale Verrucano und Grödener-Sandsteine gegen Süden zur Bruchspalte einfallend. Auch Ausläufer der Porphyryplatte findet man am Gratschenberg oberhalb Theis und St. Jakob in Form von Tuffen. Schiefer und Porphyrytuffe werden hier von mehreren nordsüdlich streichenden Melaphyrgängen durchsetzt. Grössere Durchbrüche eruptiver Massen, Diorit und Norit, findet man im Lüsenthale [302]. Über den Bau des Schiefergebirges weiter im Osten, wo der Schieferzug über die Rienz in die Tauerngruppe übergreift, ist nichts Näheres bekannt.

b) Schlern—Rosengarten-Gruppe.

Sie ist umgrenzt durch den Grödenerbach im Norden, das Eisackthal im Westen, Tierserthal und Costalungasattel im Süden, Fassa-, Duron- und Saltariathal im Osten.

Die Unterlage bildet Quarzporphyry, der im Westen, Süden und Norden zutage tritt. Die Porphyryplatte erreicht im Süden, am Costalungapasse, die Höhe von 1700 m und behält dieselbe am Westfusse des Rosengarten bis nördlich zum Purgamatsch- und Tierserthal. Hier senkt sie sich plötzlich, und mit ihr die darüber liegenden Sedimente, um etwa 600—800 m. Die Trias des Schlern und der Seiseralpe liegt also auf einem niedrigeren Sockel, als das Rosengartengebirge. Vgl. das Profil 83. Der Porphyrystreifen vom Tierser- bis zum Grödenerthal ist von ungefähr nordsüdlich streichenden Verwerfungen durchsetzt, längs welcher schmale

Gebietsstreifen abgesunken sind. Die Eisackschlucht am Kunterswege dürfte einer solchen Depression ihre Anlage verdanken, ebenso wie die Terrassen zu beiden Seiten derselben, auf denen z. B. Siffian, Klobenstein, Lengmoos, Lengstein, St. Verena einerseits, Prösels, Völs, St. Constantin, St. Oswald, Tiesens und Tagusens andererseits stehen.

Über dem Quarzporphyr folgt Grödener-Sandstein, dünne Gipslagen und dunkler Bellerophonkalk, Werfener-Schichten und der aus rothen Schiefern, Sandsteinen und Kalkconglomeraten, oben aus dünnplattigen, rauchgranen Kalken bestehende untere Muschelkalk. Diese Glieder umsäumen fast den ganzen Fuss der Gruppe und bilden sanfte, mit Vegetation bedeckte Böschungen. Aufgelagert ist die weisse Platte des Mendoladolomits, welche als sehr widerstandsfähiges Formationsglied zwischen den erwähnten liegenden Schichten und den hangenden Bänderkalken und hornsteinführenden, knolligen Kalkplatten der Buchensteiner-Schichten ein weithin sichtbares Band am Gebirge bildet.

Vom Fusse der Coronelle im Rosengartengebirge bis an den Frombach bei Seis sind die Buchensteiner-Schichten am Westabhang des Rosengartens und Schlerngebirges in der Dolomifacies entwickelt. (Profil 98). Ueber ihnen erhebt sich eine mächtige Dolomittafel, ein ausgedehntes Riff der Wengener und, zum geringen Theile, der Cassianer Zeit. Die heutige Westgrenze des Dolomits ist ein Product der Erosion; nach dieser Seite hin dürfte das Riff ursprünglich eine grosse Ausdehnung über der heutigen Eggenthaler Porphyrlatte gehabt haben. Die Nord- und Nordostgrenzen dagegen werden als ursprüngliche Riffgrenzen aufgefasst [523]. Hier lagern sich an die Riffböschung Augitporphyr-laven und greifen stellenweise in das Innere des Riffes ein. Die Laven an der Rothen Erde, am Tschafatsch und dem Süd- und Westgehänge des Schlern sind solche, die Riffbildung unterbrechende Einlagerungen. Ueber sie hat sich im Innern des Riffes geschichteter Dolomit abgesetzt, während in dem nicht von Laven bedeckten Riffgebiete die Riffbildung ununterbrochen vor sich ging. Im riffreien Gebiete lagerten sich die Laven als ausgedehnte Decke über den Buchensteiner-Schichten ab. Die Höhen des Pufflatsch, des Pitzberges und der das Schlernriff mit dem Plattkofliffe verbindende

Rücken „auf der Schneid“, sowie der Monte Donna im Süden des Duronthales werden von diesen Laven aufgebaut. Ueber ihnen liegen an der Seiseralpe die Wengener-Mergel gebreitet. Das weiche, leicht zerstörbare Gestein der letzteren wurde durch die tief eingerissenen Thalfurchen des Tschapit-, From-, Pufelser- und Saltariabaches zum Theile wieder entfernt, so dass heute die Seiseralpentafel wie ein flaches Becken mit erhöhtem Rande erscheint.

Am Schlern sind über den Riffbildungen noch rothe Raibler-Schichten [819] und ein kleiner Rest vom Dachsteindolomit erhalten. Profil 90.

Die erwähnten Sedimente liegen in mehr oder weniger horizontalen Schichten übereinander; sowohl die Seiseralpentafel als auch der Schichtencomplex des Schlern- und Rosengartengebirges senkt sich sanft gegen Osten. Daher erreicht man die Dolomittafel, welche westlich vom Rosengartengebirge etwa von 2200 m aufwärts sich erhebt, im Osten vom Fassathale aus bereits in 1600—1700 m Höhe. Dem Nordabhang der Seiseralpentafel entlang streicht eine Verwerfung; sie beginnt oberhalb Kastelruth und trifft zwischen St. Ulrich und St. Christina die Grödener-Thalsole. Längs derselben ist die nördliche Scholle abgesunken, so dass sich in den Profilen (z. B. an der Pufelser-Schlucht) die Schichtenfolge zweimal wiederholt. Die oberste Lage der abgesunkenen Scholle ist der Mendoladolomit; derselbe bildet am Abhange eine Stufe und lässt so die Verwerfung deutlich erkennen. Profil 94.

Nach der Darstellung von Rothpletz [874] und Wöhrman [819] ist das Verhältnis von Schlern und Seiseralpe ein anderes, als es Mojsisovics schildert. Der letztere Beobachter sieht, wie wir gehört haben, längs der ganzen Grenze vom Schlernrücken zu den Rosszähnen gegen die Seiseralpe eine Riffböschung und ausgezeichnete Aufschlüsse, welche das Ineinandergreifen der Riff- und Mergelfacies zeigen (vgl. Prof. 96, 97, 99). Die ersteren dagegen verzeichnen an dieser Grenze eine Verwerfung (vgl. Grundriss 95, und Profil 100). Dieselbe verläuft von der Ruine Hauenstein zum Tierserjoch. Die Seiseralpe bildet eine Mulde, deren Achse unter N 60° O streicht. Die Ränder sind an der Bruchlinie

aufgebogen, wodurch die Tuffe und Cipitkalke an den Schlern-dolomit gelegt werden [819].

c) Gruppe des Peitlerkofls.

Die Nordgrenze fällt mit jener gegen die Pfannhorngruppe zusammen; im Süden wird die Gruppe von der Villnösserlinie begrenzt, welche, dem Villnössthale folgend, südlich vom Wurzenpasse ins Campilthal übersetzt. Gegen Osten schliesst sie mit der Gader zwischen Pederöa und Zwischenwasser ab.

Der geologische Bau ist ausserordentlich einfach; die normale Schichtenfolge von den krystallinen Schiefern bis zu den Wengener-Schichten setzt das Gebirge zusammen. Vom Quarzporphyr sind nur mehr einzelne, kleine Schollen im westlichen Theile über Phyllit oder dem Verrucano-Conglomerat erhalten. Letzteres bezeichnet als schmaler Streifen den Rand des Sedimentärbeckens. Darüber liegt Grödener-Sandstein; sehr gut sind allenthalben die Bellerophon-schichten, Gips und fossilreiche, dunkle Kalke, die besonders gegen Osten hin mächtiger werden, entwickelt. Das Gleiche gilt von den Werfener-Schichten. Der untere Muschelkalk ist durch rothe Dolomite und Conglomerate vertreten. Die Buchensteiner-Schichten sind allenthalben in der Dolomitfacies vorhanden. Darüber folgt am Rufenberg und Peitlerkofl Wengenerdolomit. Prof. 101, 102. Gegen Osten keilt derselbe allmählich in der hier entwickelten Mergelfacies aus. Im Westen fällt der ganze Schichtencomplex flach nach Süden. Auf der Höhe des Wurzenpasses und im Campilthale ist der Betrag der Verwerfung an der Villnösserlinie unbedeutend; Werfener-Schichten und am Passe Muschelkalk der nördlichen Scholle stossen an Werfener-Schichten der südlichen ab. Westlich vom Passe jedoch vergrössert sich die Sprunghöhe; successive treten Wengenerdolomit und in absteigender Schichtenfolge Muschelkalk, Werfener- und Bellerophon-Schichten, Grödener-Sandstein und schliesslich Porphyr und Schiefer der gesunkenen nördlichen Scholle in Contact mit derselben Schichtenfolge der südlichen. Am Rücken zwischen dem Campil- und Untermoythale bilden die Schichten eine flache Mulde, die

westlich vom Col Vercin durch einige untergeordnete Brüche gestört ist. In der östlichen Fortsetzung vertieft sich die Mulde und am Predizrückén lehnt sich der Südschenkel der Synklinale mit Muschelkalkschichten längs der Villnösser Bruchlinie an Werfener-Schichten der im Süden des Bruches abgesunkenen Scholte. (Vgl. Profil 104).

d) Geislerspitzen-Gruppe und Gardenazza-Geblirge.

Die Gruppe wird im Süden durch das Grödenerthal, im Norden durch Villnöss- und Campilthal begrenzt; gegen Osten trennt sie die Gader vom Ampezzaner Dachsteindolomit-Becken und gegen Westen führen wir sie bis zum Eisack.

Die Nordgrenze folgt der Villnösser Bruchlinie, auch im Süden, im obern Gröden, und im Südosten zwischen Grödener Joch und Corvara begleiten Bruchlinien die orographischen Grenzen. Im Westen herrschen als Unterlage die krystal-linen Schiefer bis zur Raschötz und St. Johann im Villnöss. Über ihnen legt sich mit Süd- und Südostfallen die Porphy-platte der Raschötzer Alpe. Bei St. Ulrich in Gröden über-setzen vom Seiseralp-Plateau her Grödener-Sandstein und Bellerophonkalk, über welchem Werfener-Schichten folgen, das Thal, und erheben sich längs des Kutschnerbaches mit südöstlichem Einfallen gegen die Sotschiada, deren West-flanke sie umziehen.

Die Pufplatscher Bruchlinie am Nordrande der Seiser-alpentafel endigt scheinbar am Grödenerbache oberhalb St. Ulrich; wahrscheinlich dürfte sie sich aber gegen Norden hin in den Werfener-Schichten von St. Jakob fortsetzen. Bei St. Christina übersetzt der obere Muschelkalkzug der Seiseralpenplatte das Grödenerthal. Hier erhebt sich die ganze Schichtenfolge von den Werfener-Schichten bis hinauf zu den über dem Buchensteinerkalk liegenden Laven an der Sorasass-Alpe gewölbeartig. Zwischen Pitschberg und Sotschiada, welche Höhen im Buchensteinerkalk liegen, bildet der Schichtencomplex eine von einem kleinen Ein-bruche gestörte, flache Mulde, in welcher an der Aschkler-und Tschisler-Alpe Wengener-Tuffmergel liegen, Prof. 105.

Dem Unterlaufe des Tschislerbaches folgt eine Ver-werfung, welche an der Fischburg auf das Südgehänge des

Grödenerthales zur Sorafrena-Alpe fortsetzt; an ihr ist der Südflügel des eben erwähnten Gewölbes der Sorasass-Alpe abgesunken. Die Wengener-Tuffmergel bilden den Boden eines flachen Beckens, in welchem die Dolomit- und Kalkmassen der in Rede stehenden Gruppe liegen. Daher erscheinen sie als Rand oder Sockel derselben fast in ihrem ganzen Umfange von der Aschkler und Lardschen-Alpe, über Grödener Joch und Colfuschg, der Gader entlang bis Pedratsches, wo ihr Zug längs den Steilabstürzen der aufgelagerten Dolomittafel gegen Westen umbiegt und am Ostfusse der Geislerspitzen endigt. Unter ihnen findet sich in normaler Folge der Schichtencomplex von den Laven bis herab zu den Werfener-Schichten. Westlich vom Grödener Joche ist derselbe bei Plon in einem stark verstürzten Gewölbe aufgebogen; in der aus Wengener-Schichten gebildeten Decke desselben liegt das letztgenannte Joch, von wo sie sanft geneigt nach Süden und Norden unter die Dolomitmassen einerseits des Sellamassivs, andererseits der Puez-Alpe einsinkt. Östlich vom Joche ist das Gewölbe in eine Bruchspalte übergegangen, sodass bis hinab zur Einmündung des Rutorabaches bei Corvara die Werfener-Schichten an die Augitporphyrlaven des abgesunkenen südlichen Gebietes stossen.

Längs der Gader sind die unter den Wengener-Mergeln liegenden Schichten nicht entblöst. Am Nordrande erscheinen sie dagegen wieder in vollständiger Reihenfolge bis hinab zu den Werfener-Schichten, die von der Villnösser Linie abgeschnitten werden. Nur am nordwestlichen Rande des eben umgrenzten Beckens werden die Wengener-Mergel durch den Dolomit der Geislerspitzen verdrängt (Prof. 102), der sich unmittelbar über den Buchensteiner Schichten erhebt. Die Geislerspitzen stellen den südlichen Theil eines in der Wengener Zeit entstandenen Riffes dar, dessen nördliche Fortsetzung sich in der Gruppe des Peitler Kofls findet. Die Villnösser Linie hat die ursprünglich zusammenhängenden Riffmassen beider Gruppen mitten entzwei geschnitten. Die Gipfel der Geislerspitzen werden von Cassianer-Dolomit aufgebaut. Derselbe wuchs zur Cassianer Zeit weit nach Süd und Ost über die Wengener-Mergel vor und bildet heute den Körper der Puez- und Gardenazza-Alpe. Ihn be-

decken Raibler-Schichten, auf welche an den höchsten Erhebungen Dachsteindolomit folgt. An zwei Stellen sind Lias-, Jura- und Kreidereste über dem Dolomit erhalten [705—708]. Sie liegen nicht, wie man erwarten möchte, an den Gipfeln, sondern in einem kastenförmigen Einbruche in Mitte der Tafelmasse. Er wird umgrenzt durch eine Linie, welche vom Langenthal über den Sattel nördlich vom Col delle Pieres und von dort östlich über die nördliche Puez-Alpe zum Puez-Berg, dann südlich gegen Sass Songer zieht; von hier kehrt sie ins Langenthal zu ihrem Ausgangspunkte zurück. Die innerhalb dieser Grenzen eingesunkene Scholle trägt an ihrem Nord- und Ostrande, an der Puez-Alpe und zwischen Puez-Berg und Sass-Songer die erwähnten jüngeren Auflagerungen. (Vgl. das Prof. 103.)

e) Langkofel- und Sella-Gruppe.

Wir umgrenzen die Gruppe im Norden durch eine Linie, welche von St. Christina im Gröden über das Grödener Joch nach Corvara zieht; im Osten durch den Campolungo-Sattel zwischen Corvara und Araba in Buchenstein; im Süden läuft die Grenze von Araba über das Pordoi-Joch nach Campitello in Fassa, folgt sodann dem Duronthale, übersetzt das Mahlknecht-Joch, und verläuft im Westen dem Saltaria-bache entlang nach St. Christina in Gröden.

Die heute getrennten Massive des Lang- und Plattkofl einerseits und der Sella-Gruppe andererseits bildeten ursprünglich ein einheitliches nach Osten vorwachsendes Riff, dessen ursprüngliche Umgrenzung zum grössten Theile in den heutigen Grenzen der Gruppe erhalten ist. Von St. Christina in Gröden erhebt sich ein Complex von Werfener- bis Wengener-Schichten an den Christiner Ochsenweiden und der Montesora-Alpe. Hier, am schuttbedeckten Nordfusse der Steilwände des Riffes, biegen die Schichten knieförmig um und fallen flach gegen Süden. Auf dem Südschenkel dieser Antiklinale erhebt sich das Riff aufgebaut aus dem Dolomit des unteren Muschelkalkes, der Buchensteiner, Wengener- und Cassianer-Schichten. Prof. 109. Am Langkofelkamm und an der Grohmannspitze sind noch Raibler-Schichten erhalten. Die ursprüngliche Riffoberfläche

zeigt sich in der gegen Südwest geneigten Böschung des Plattkofls. (Vgl. übrigens [874]). An der Südseite greifen die oberen Dolomitmassen der Grohmannspitze über die an die Wengener Riffböschung angelagerten Laven und Wengener Mergel über (vgl. das Prof. 110).

Am Südgehänge des Gebirges gegen das Fassathal, an dem die Laven herrschen, setzen mehrere ostwestlich streichende Brüche durch, welche Werfener-Schichten mit aufgelagertem Muschelkalkdolomit an die Laven werfen. Die nördlichste Bruchlinie zieht vom Duronthale am Nordgehänge des Col Rodella vorbei über den M. di Gries gegen Osten. Wenig weiter südlich läuft ihr eine zweite parallel. Die zwischen beiden liegende Scholle von Werfener-Schichten ist empor gehoben und trägt am Col Rodella einen Dolomitrest. Die Scholle südlich von der südlichen Spalte trägt dasselbe Gestein und ist gegen den Avisio abgesunken. Sie durchbricht nördlich von Canazei ein Melaphyrstock. Eine dritte Scholle legt sich südwestlich bei Campitello an. Sie stellt ein aufgebrochenes Gewölbe dar, in dessen Achse der Duronbach fließt.

An der Val la Sties, die von den Boëspitzen nach Canazei herabzieht, stossen diese westöstlichen Verwerfungen an einer nordsüdlichen ab. Längs derselben ist der östliche Flügel mit den Augitporphyrlaven und Wengener-Schichten des Sella-Sockels abgesunken. Von Penia streicht sodann gegen Osten über den Fedajapass eine Bruchlinie, welche diese Scholle von dem längs dieser Linie tief eingesunkenen Marmolatastocke trennt. Prof. 106.

Die hier unter den Wengener-Tuffmergeln auftauchenden und am südlichen Gehänge des oberen Buchenstein am Sasso di Capello und di Mezzodi zu bedeutenden Höhen (über 2700 m) empor gehobenen Augitporphyr-Laven dürften ihre Fortsetzung unter dem Sellamassiv finden, an dessen Nordseite, bei Plon und an der Bruchlinie von Colfuschg, sie wieder zum Vorschein kommen. Im Süden lehnen sie sich an die Böschung des Marmolatariffes an.

Bereits zur älteren Wengener Zeit erreichte das Langkoflriff nahe seinen heutigen Grenzen gegen Osten sein Ende und Wengener-Tuffmergel legten sich an seine Böschung; in jüngerer Wengener Zeit dagegen griff es rasch bis in die

Gegend von Corvara vor. Zu gleicher Zeit sandte das Marmolatariff von Süden her einen Ausläufer in das Mergelbecken vor. Der Dolomit am Sasso Pitschi südlich vom Pordojoch ist ein Rest dieser Riffzunge. Über diese vorgeschobenen Posten der Wengener Zeit, sowie über die daneben abgelagerten Mergel erhob sich zur Cassianer Zeit ein mächtiges Riff, das heute den obern Dolomit des Lang- und Plattkofls, sowie die Hauptmasse des Sellamassivs aufbaut. Die heutige Nord-, Ost- und Südumrandung dieses letzteren entspricht ungefähr den alten Riffgrenzen, denn allseits zeigt sich die charakteristische Überguss-schichtung. Nur an der Westseite hat spätere Denudation, die am Sella-joche bis zu den Wengener-Mergeln hinab griff, die Dolomitmassen des Sellastockes von jenen des Lang- und Plattkofls getrennt. Von jüngeren Bildungen sind am Sellagebirge Raibler-Schichten und Dachsteinkalk, der die imposanten Gipfel desselben aufbaut, in flach gegen Süden geneigten Schichten erhalten. Vgl. die Profile 107, 111.

f) Gruppe der Marmolata.

Gegen Norden, Osten und Süden ist diese Gruppe natürlich umgrenzt, an der Westseite trennen wir sie durch eine Linie, welche von Penia am Avisio dem Contrinthale folgt und von dessen obersten Verzweigungen über den Fucchiadazug südlich nach S. Pellegrino hinübersetzt. Von hier folgt sie der Val Pellegrino nach Falcade und dem Trt. Biois nach Cencenighe. Die ganze Ost- und den grössten Theil der Nordgrenze bildet der Cordevole, vom Ursprunge des letzteren bis Penia der Quellbach des Avisio.

Im Süden von S. Pellegrino bis Falcade bildet der nach Norden und Osten sich senkende Quarzporphyr des Bocchegebirges die Unterlage. Über ihm folgt bis an den Cordevole ein mächtiger Zug von Grödener-Sandstein Bellerophon- und Werfener-Schichten mit flachem Nordfallen. Die grosse Mächtigkeit erklärt sich durch Schichtenwiederholung infolge einer nördlich von S. Pellegrino beginnenden und nach Osten streichenden Verwerfung; der südliche Flügel ist abgesunken. Südlich vom Col Becher spaltet sich sogar noch eine zweite Bruchlinie ab, so dass an dieser

Stelle die Schichtenreihe: Grödener-Sandstein, Bellerophon- und Werfener-Schichten dreimal über einander folgt. Weiter im Osten geht der Bruch in eine Antiklinale über. Der aufgebrochene Sattel zeigt bei Vallada Bellerophon-Schichten, über denen die Werfener gegen Süden zum Biois und gegen Norden einfallen. (Vgl. Prof. 117, 118.)

Auf diesem nördlich geneigten Schenkel liegt nun eine mächtige Platte weissen Riffkalkes*), das Marmolatariff, dessen ununterbrochene Bildung in die Zeit des obern Muschelkalkes, der Buchensteiner-**) und Wengener-Schichten fällt. Gegen Süden bricht die Kalkplatte längs der ganzen Linie von der Cima di Val Fredda, über Monte Alto und Monte Pezza steil mit einer Denudationsfläche ab; gegen Norden senkt sie sich unter eine mächtige Lavadecke. Die Laven bilden im Norden und Osten einen Kranz von bedeutenden Höhen, den Sasso di Capello, Belveder, Sasso di Mezzodi, Padon, Piz Songel, Migion und jenseits der Pettorina den Monte Pezza und die Unterlage des Sasso Bianco, welcher letzterer ein Denudationsrest einer den Laven aufgelagerten Riffpartie ist.

Im Westen ist die Kalktafel, sowie ihre Unterlage, welche auf dem nördlichen Schenkel der gewaltigen Aufwölbung des Quarzporphyrs der Bocchegruppe ruht, hoch emporgehoben. In ihr liegen die Hochgipfel der Marmolata, des Vernel, der Cima di Val Fredda. Gegen Nordosten neigt sie sich dem allgemeinen Einsinken des Gebirges gegen den Cordevole folgend mehr und mehr und keilt sich gleichzeitig in den Laven aus. Dieser Abhang entspricht einer Riffböschung, an welche sich die mächtigen Laven anlagern; in diese sind zungenförmig Ausläufer des Riffes vorgeschoben. Solche Ausläufer finden sich im Süden des Monte Padon, am Nordgehänge des Pettorinathales u. dgl. Die Westgrenze in Val Contrin folgt einer Verwerfungslinie, von

*) Der Kalk führt Versteinerungen. Vgl. Kittl, J. R. A. 1894—99 und Palaeontographica Bd. 42, 211.

**) So nach Mojsisovics, dem wir zunächst in der Darstellung folgen. Nach Salomon [913] sind im ganzen Gebiete die Buchensteiner-Schichten in der gewöhnlichen Entwicklung vorhanden.

welcher die Schichten nach beiden Seiten sanft abfallen. (Profil 106). Eine Abzweigung hievon setzt südlich vom Gipfel der Marmolata über den Ombrettapass; die Südseite ist abgesunken, der östliche Theil des Fucchiadazuges, Cima Vernal und Cima di Valfredda gehören der abgesunkenen Scholle an. In der Fortsetzung der Spalte tritt nördlich von den Case Ombretta Melaphyr auf. Profil 113. Die nördliche Scholle baut die Marmolataplatte auf. Vom Fedajapasse beginnend setzt längs des Avisio bis Penia eine bedeutende Bruchlinie ein. Gegen sie ist die Platte steil gesenkt. Der Riffkalk am rechtsseitigen Avisiogehänge ist ein erhöht stehen gebliebener Theil der Platte, darüber liegen die Laven des Capello und Col di Cuc, welche ihrerseits wieder eine Decke von Wengener-Mergeln tragen. Diese letztere bildet die Unterlage der Sella-Gruppe. Am Pordoi-Joche sind in diesen Mergeln Ausläufer des Marmolatariffes (Cima di Rossi, Sasso Pitschi) erhalten.

Jenseits des Capello beginnt in den Laven ein Bruch, welcher am Bosco Aurona hinab zum Cordevole zieht, diesen übersetzt und südlich vom Chertz gegen Campolungo hin umbiegt. An dieser Linie sind die Laven des Porto Do abgesunken. Östlich von ihm zieht dem Cordevole entlang bis Caprile der erhöhte nördliche Rand der flachen Mulde, den die aus Werfener-Schichten und Muschelkalk aufgebaute Unterlage der Kalktafel und der Laven zwischen Cordevole und Biois bildet. Diese Mulde ist durch eine Bruchlinie gestört, welche von Sottoguda der Pettorina entlang nach Caprile zieht, hier, östlich von der Ortschaft, nach Süden umbiegt, den Cordevole erreicht und längs desselben bis gegen Cencenighe fortstreicht. Innerhalb dieser halbkreisförmigen Linie ist der Nordschenkel der oben erwähnten Anticlinale von Valade mit Riffkalkausläufern und der Lavadecke abgesunken. Am linken Gehänge des Pettorinathales stehen daher Werfener-Schichten, am rechten Laven an. Oberhalb Sottoguda streichen dagegen die Kalke des Monte Fop, wie es scheint, ungestört über den Bach, der sie in den bekannten Klammern (Serrai) durchschneidet.

Wesentlich anders erscheinen die Verhältnisse nach der trefflichen Darstellung Salomons [849, 913]. Hienach ist der Marmolatakalk („Lommelikalk“) keine Korallenriffbildung,

sondern ein Werk kalkabsondernder Algen (Diploporen) ebenso, wie der Schlerndolomit (und wohl auch der Wettersteinkalk). Die eigenartigen Lagerungsverhältnisse erklären sich durch mehrere west-östliche Längsbrüche, auf denen Verschiebungen in der Art erfolgt sind, dass die nördlichen Schollen auf die südlichen aufgeschoben wurden. Querbrüche complicieren das geologische Bild noch mehr. Die Profile 124—126, sowie die Kartenskizze 123 mögen das Gesagte erläutern.

g) Eruptivgebiet von Fassa und Fleims.

Das Gebiet wird im Norden von der Rosengarten- und Marmolata-Gruppe umfassen. Gegen Osten trennt es eine Linie, die von Falcade nach Paneveggio zieht, von der Pala-Gruppe. Im Süden grenzt es an die Cima d'Asta-Gruppe, im Westen an das Porphyrplateau von Bozen. Innerhalb der Gruppe können wir leicht das dreieckige Gebiet im Norden des Pellegrinthales mit dem Monzoni-Eruptivstocke von dem südlichen unterscheiden, in dem die Eruptivmassen von Predazzo das hervorragendste Interesse erwecken.

Wenden wir zunächst unsern Blick dem nördlichen Abschnitte zu. Die Unterlage des Ganzen bildet der Quarzporphyr, der vom Süden her im Pellegrinthale unter die nördlich aufliegende Trias einfällt. Es folgen darüber Grödener-Sandstein, Werfener-Schichten und Muschelkalk, flach nach Norden absinkend. Über ihnen bauen im südlichen Theile die Dolomitmassen des von der Cima di Valfredda nach Westen abzweigenden Fucchiadazuges und der Punta di Valaccia das Gebirge auf. Nördlich von Val S. Nicolo, im Gebiete des Buffaure und Sasso di Dam, treten an ihre Stelle die Augitporphyr-laven, in welche von Süden her Dolomitungen vorgreifen. Als solche sind die heute durch die Erosionsrinne der Val S. Nicolo von den südlichen Stöcken abgetrennten Dolomitmassen am Südabhange des Buffaure und des Sasso di Rocca zu betrachten. Der Dolomit des Col Laz ist eine vom M. Vernel in das Lavengebiet herübergreifende Dolomitunge. Da und dort, z. B. am Sasso di Dam und am Abhange gegen Canazei, sind den Laven

kleine Dolomitpartien als Reste einer einstigen, ausgedehnteren Dolomitdecke aufgesetzt. Die Unterlage der Laven bilden von Pozza bis Campitello, von vielen kleineren Verwerfungen durchsetzt, Werfener-Schichten und Muschelkalk mit aufgelagerter Dolomitbank (Buchensteiner Dolomit). Die Lavadecke der Buffaure-Gruppe besteht aus mehreren bankförmig abgesonderten Lavaströmen, die, sowie die Dolomitmassen, von Eruptivgängen durchsetzt sind. Die auffallend tiefe Lage dieser Lavadecke gegenüber den hochoberen Trias-Schichten im Westen und Osten, auf denen sie liegt, kann durch eine längs des obern Fassathales hinziehende Verwerfung oder eine derselben Linie folgende rasche Schichtenbiegung gegen Südosten erklärt werden; die schuttbedeckte Thalsohle erlaubt keine Entscheidung.

Zwischen dem Fucchiadazuge und der Gruppe des Sasso di Mezzogiorno ist die Sedimentärdecke bis in den unterliegenden Quarzporphyr zerrissen, an den Bruchspalten sind die Eruptivmassen des Monzonistockes emporgedrungen. Prof. 114, 115.

Sie bestehen aus mehreren, ineinander übergehenden Gesteinsabänderungen, für welche man den Localnamen „Monzonit“ gebraucht. Es sind theils syenit- und dioritähnliche Gesteine (Hornblende-Monzonit Doelt.), theils Augitfels und Gabbro (Augit-Monzonit Doelt.). Letzteres Gestein durchsetzt in ungefähr nordsüdlich streichenden Gängen den Syenit und Diorit. In ebensolchen, schmalen Gängen durchbricht sodann Melaphyr die älteren Eruptivmassen, während Orthoklasporphyr als jüngstes Gestein in vorwiegend ostwestlich streichenden Gängen auftritt.

Die Melaphyrgänge greifen weit über den Eruptivstock hinaus in das umliegende Kalkgebirge ein. So ist besonders der Fucchiadazug von zahlreichen Gängen durchsetzt. Vorherrschend sind ostwestlich streichende, den Dolomit lagergangartig durchziehende Gänge (vgl. Profil 116), seltener nordsüdliche [88, 188, 281, 333, 388, 409—416, 917, 1016].

Die Eruptivmassen haben die durchbrochenen Sedimentgesteine in mannigfacher Weise umgewandelt; die bekannten, zahlreichen und schönen Mineralien dieses Gebietes sind zumeist Producte des Contactes [409].

Der südliche Abschnitt unseres Gebietes ist ein zwischen dem Costalungapasse und dem Pellegrinthale im Norden und dem Avisio und Travignolo im Süden liegender Streifen. Den das Interesse vor allem in Anspruch nehmenden Theil des Gebietes bilden die das Fassathal flankierenden triadischen Sedimente mit den sie durchbrechenden Eruptivgesteinen. Sie erscheinen als Ausfüllung einer beckenförmigen Vertiefung der Porphyrlatte, welche rings um diese Ausfüllung, westlich am Zangenberg, nördlich am Costalungapasse, östlich am Bocchegebirge und südlich an der Lagoraikette wie der Rand des Beckens hoch emporsteigt, Profil 94. Die tiefsten, über dem Porphyr liegenden Sedimente sind Gesteine vom Grödener-Sandstein bis zum untern Muschelkalk; sie tauchen rings am Beckenrande auf. Darüber folgen, die Hauptmasse des Gebirges bildend, die mächtigen Kalk- und Dolomitstöcke der Wengener- und Cassianerzeit. In der Beckenmitte werden sie von den durchbrechenden Eruptivgesteinen von Predazzo verdrängt. Diese und die erodirenden Kräfte haben die Dolomitmassen in drei Theile geschieden; es sind dies im NW das Latemargebirge, im SW der Stock des Monte Agnello, im O das Viezzena-Gebirge.

Über den Bau dieser Gebirgsmassen geben die Schnitte 94, 130, 131 Aufschluss. Die Schichtenlage ist überall eine flache, nur im O des Latemar senken sich die Schichten zum Avisio hinab, erheben sich aber jenseits wieder zum Sora Crep. Am Südgehänge des letzteren zieht vom Monte Pesmeda herüber eine Verwerfungsspalte, längs welcher das nördliche Gebirge abgesunken ist, so dass der untere Dolomit des Viezzena und seine Unterlage am obern des Sora Crep abschneidet. Die westliche Fortsetzung der Bruchspalte führt durch den Eruptivstock, wo sie aber nicht sichtbar ist; am Satteljoch tritt sie sodann wieder zutage und trennt hier die Werfener-Schichten des Latemar von dem südlichen, gesunkenen Dolomit des Agnello.

Auf dieser Bruchspalte dürften die Eruptivmassen von Predazzo emporgedrungen sein. Diese letzteren füllen den ganzen mittleren Theil des Beckens aus. Sie werden vom Avisio mitten durchschnitten; auch der Travignolo trennt einen kleinen Theil von dem Hauptstocke ab. Durch diese tiefen Einrisse ist uns ein prächtiger Einblick in das so viel

genannte Eruptivgebiet ermöglicht. Das aus der Tiefe empor-
dringende Magma hat zunächst in grossen, zusammenhän-
genden Massen die Kalkschichten durchstossen, hat sich auf
ihnen ausgebreitet, oder hat Schollen der letzteren in sich
aufgenommen und umschlossen, dann aber drang es auch in
zahllosen, meist nordsüdlich gerichteten Spalten in die
Sedimente ein. Besonders ist das Latemar-Gebirge von
derartigen Gängen reichlich durchsetzt. Offenbar liegen
hier zu verschiedenen Zeiten geförderte Massen vor. Am
verbreitetsten sind dunkle Gesteine, Melaphyr und Augit-
porphyr, dann helle syenit- und dioritartige Gesteine, Mon-
zonit, endlich, im Centrum des Ganzen bei Predazzo ein
rother, Turmalin führender Granit. Geringere Ausdehnung
haben jüngere, gangförmig die älteren Massen durch-
setzende Gesteine (Orthoklasporphyr, Camptonite).

Über die wahrscheinliche Altersfolge dieser Gesteine
wurde schon oben (S. 210) das Nothwendige angeführt [917].

Von hervorragendem Interesse sind auch hier, wie am
Monzoni die allenthalben an den Grenzen von Eruptiv- und
Sedimentgesteinen ersichtlichen Umwandlungen der letzteren
und die damit in Verbindung stehenden Neubildungen von
Mineralien (Contactmetamorphose). [28, 32, 88, 157, 188,
209, 281, 331, 416, 484, 515, 523, 537, 597, 614, 617, 660, 917,
989, 1016].

Nach der Auffassung der meisten Geologen sind die
Eruptivgebilde von Fassa und Fleims Producte unterseei-
scher Vulcane, von denen uns heute nur mehr die in der
Tiefe erstarrten Theile (und einige Lavaresten) erhalten
sind. Über die Zeit der Eruptionen gehen die Meinungen
weit auseinander. Vor Kurzem wurde es wahrscheinlich
gemacht, dass diese Ereignisse gleichzeitig mit jenen ein-
traten, welche die grossen Eruptivmassen des Adamello, des
Ifinger, in den Tauern u. s. w. schufen [966].

Eine eigenartige Vorstellung von der Bildungsweise
dieser Gesteine hat Reyer wiederholt verfochten. Wir
können hier nicht näher darauf eingehen [558, 574, 575, 750].

h) Pala-Gruppe.

Die Nordgrenze zieht über den Vallespass das Valles-
thal entlang nach Falcade. Von dort übernimmt bis Cen-

cenighe der Biois diese Rolle. Die Ostgrenze folgt von hier bis unterhalb Agordo dem Cordevole. Gegen Südosten und Süden begrenzen wir das Gebiet durch die Valsugana Bruchlinie, welche von Agordo nach Tiser und quer über das Thal von Mis zum Sasso di Mur zieht. Von hier gegen Westen fortsetzend erreicht sie bei Transacqua den Cismone. Letzterer bildet von seinem Ursprunge bis hierher die Westgrenze unseres Gebietes.

Am Aufbau der Gruppe nehmen die Gesteine vom Quarzporphyr bis zu den Raibler-Schichten Antheil. Die Lagerungsverhältnisse sind — von einigen sofort zu besprechenden Störungen abgesehen — äusserst einfach. Im Grossen und Ganzen haben wir eine von den concordant über einander liegenden Schichten gebildete, grosse Tafel vor uns. Bis auf eine kurze Strecke am Cordevole erscheinen daher an der Basis der Gruppe ringsum die Perm-Gesteine mit aufgelagerten Werfener- und Muschelkalk-Schichten. Im Westen ruht dieser Complex auf dem zur Bocchemasse und der Lagoraiette emporsteigenden Quarzporphyr. Im Süden, wo die Quarzporphyrtafel auskeilt, ruht er unmittelbar über dem Phyllit der Cima d'Astamasse. Östlich von Primiero ist dieses Gestein gewölbeförmig aufgebogen; der Scheitel desselben erscheint am Ceredapasse als schmaler Rücken, über dessen nördlicher und südlicher Flanke die erwähnten jüngeren Sedimente liegen. Der südliche Gewölbeschenkel wird zwischen Transacqua bei Primiero und dem Sasso di Mur durch die Valsuganalinie abgeschnitten. Vgl. Prof. 132. Östlich vom Sasso di Mur wendet sich diese Linie in nordöstlicher Richtung gegen Agordo; dabei schneidet sie das erwähnte Phyllitgewölbe schief durch; der südliche Schenkel ist vollständig verschwunden, der nördliche dagegen bildet an der Südostseite unserer Gruppe deren Unterlage. Über ihm folgt an Stelle des Quarzporphyrs das Verrucano-Conglomerat, dann Grödener-Sandstein, Bellerophon-, Werfener- und Muschelkalk-Schichten. Im Norden sinkt, östlich von Falcade, der Quarzporphyr rasch in die Tiefe und verschwindet unter den auflagernden Sedimenten. Dem Bioisthale entlang und auch noch am Cordevole, südlich von Cencenighe, stehen daher nur Werfener-Schichten an. Auf sie folgen Muschel-

kalk und die Buchensteiner-Schichten, über denen, die Gipfel des Cimone di Pape und della Stia zusammensetzend, Augitporphyrilaven gebreitet sind, welche wohl ursprünglich mit jenen des Monte Pezza zusammenhiengen, heute aber von ihnen durch die Erosionsrinne des Biois getrennt sind.

Den Löwenantheil am Aufbau der Pala-Gruppe hat jedoch der Dolomit; derselbe stellt eine mächtige Riffplatte dar. Im Westen und Süden bricht sie mit steilen Erosionswänden ab; nach diesen Richtungen hin mag sich das Riff ursprünglich viel weiter ausgedehnt haben. Der heutige Nord- und Nordosthang dagegen entspricht der alten Riffgrenze. Hier, in den obersten Verzweigungen des Trte. Liera, am Fuocobono, dem Campo Boaro, sowie an der Palle di S. Lucano zeigt der Dolomit ausgezeichnete Übergusschichtung, entsprechend der alten Riffböschung, und über dieselbe legen sich die Laven (vgl. die Prof. 120, 121). Zwischen Cencenighe und Taibon übersetzt das Riff den Cordevole; der Dolomit bildet dort die Unterlage der Dachsteinkalkmassen des Monte Civetta und Mojazetta und keilt in Wengener-Schichten und Tuffen des grossen Zoldianischen Mergelbeckens aus. Im Riffgebiete sind die Buchensteiner-Schichten in der Riffacies vorhanden, an den heteropischen Grenzen dagegen, also im Norden und Südosten, erscheinen unter dem Dolomite die normalen Bänderkalke mit Pietra verde. Der Lagerung nach gehört die Hauptmasse des Dolomits der Wengener Zeit an; die höchsten Partien dagegen, Cimon della Pala, Pala di S. Martino, Rosetta, Monte Agnaro, Palle di S. Lucano, dürften bereits in die Cassianer Zeit hineinreichen; am Gipfel des letzteren sind noch Raibler-Schichten erhalten.

Soweit bisher bekannt, scheinen grössere Störungen zu fehlen; einige kleinere Brüche jedoch sind bemerkenswert. An dem von Trt. Liera durchschnittenen Nordabhänge der Gruppe scheinen mehrere ostwestliche Verwerfungen durch die Werfener-Schichten zu setzen. Östlich vom Vallespasse schneidet gegen die C. Fuocobono eine Verwerfung ein, an welcher der nördliche Schenkel abgesunken ist. Südlich vom Rollepasse streichen in nordsüdlicher Richtung zwei kleine Brüche durch, an denen jedesmal der östliche Flügel abgesunken ist; einer kleinen, senkrecht zu dieser stehenden

Bruchlinie am Cimon della Pala soll im speciellen Theile gedacht werden.

Dem Canalithale, das bei Primiero in den Cismone mündet, folgt ein Bruch, an dem die Werfener-Schichten des dem Cismone folgenden Zuges abgesunken sind. Auch der Dolomit des Monte Piss wird von den Werfener-Schichten des Zuges zwischen Taibon und Frassene durch eine Bruchlinie getrennt.

i) Gruppe des Sett Sass, Nuvolau und der Rocchetta.

Wir umgrenzen dieses Gebiet durch das Thal von Corvara und den Sattel von Campolungo im Westen, durch das Buchensteiner Thal von Araba bis Caprile und von dort durch eine, einer Bruchspalte folgende, bis San Vito an der Boita fortgesetzte Linie im Süden, die Ampezzaner Strasse im Osten und die Falzaregostrasse und das Abteithal bis unterhalb St. Cassian im Norden.

Bis auf die kleine Strecke Corvara-Campolungo fallen fast sämtliche Grenzen mit Bruchlinien zusammen. Die ältesten Bildungen, Werfener-Schichten, erscheinen im Buchenstein zwischen Soraruaz und Pescul im Fiorentinathale, das bei Caprile mündet. Vom Südabhange des Chertz bei Soraruaz ziehen sie dem linken Ufer des Cordevole entlang bis Pieve, biegen gegen Andraz ein, bilden den Südfuss des Frisolet und endigen oberhalb St. Fosca am Südabhange des Monte Carnera und des Piz del Corvo. Nördlich von Colle Santa Lucia taucht darunter noch eine kleine Partie von Bellerophon-Schichten empor. Die Sedimente fallen flach gegen Norden. Über ihnen folgen Muschelkalk und Buchensteiner-Schichten, über welche sich Augitporphyrtuffe und Wengener-Mergel ausbreiten. Diese letzteren bilden dann bis zur Nordgrenze die Unterlage der stellenweise darüber ausgebreiteten jüngeren Bildungen am Sett Sass, Nuvolau und der Rocchetta-Gruppe.

Die Werfener-Schichten und der untere Muschelkalk (rothe, sandige und dolomitische Kalkschiefer und Conglomerate) zeigen die gewöhnliche Entwicklung, der obere Muschelkalk dagegen ist nicht, wie in den nördlichen Gebieten, als weisse Dolomitplatte (Mendoladolomit) entwickelt,

sondern durch eine massige Bank grauen Crinoidenkalkes, welcher nicht selten breccienartig wird, vertreten. „Die Buchensteiner-Schichten bestehen in Buchenstein aus Bänderkalken mit mächtigen Schichten von Pietra verde, welche manchmal auch rothe Färbungen annimmt und aus in der Mitte des Complexes auftretenden Knollenkalken. Daonellen und Posidonomyen sind in den Bänderkalken häufig (*Daonella tyrolensis*, *D. badiotica* und *D. Taramelli* in der typischen und in einer grobrippigen Varietät).“ Die Tuffe führen besonders an ihrer Basis häufig durch Tuffmasse verkittete Kalkbreccien. Die besondere Art dieser Tuffe, sich concentrisch-schalig abzusondern, eine Eigenschaft, die sich besonders häufig in diesem Gebiete findet, hat ihnen den Namen „Kugeltuffe, Kugeldiorite“ verschafft.

Der erwähnte Schichtencomplex ist in Buchenstein von einigen Verwerfungsspalten durchsetzt. Zunächst schneidet eine Verwerfung bei Soraruaz von Süden her durch das Thal. Längs derselben grenzt der genannte Complex an die Augitporphyrlaven, -tuffe und Wengener-Mergel des Pordoigebietes im Westen. Sodann streichen am Süabhängen des Col di Lana mehrere, dem Thal parallele Klüfte durch, an welchen das Gebiet streifenweise abgesunken ist. Auf einer solchen abgesunkenen, aus Muschelkalk und Buchensteiner-Schichten bestehenden Scholle liegt Pieve. Die grosse Mächtigkeit der Tuffe, welche den Col die Lana aufbauen, dürfte sich ebenfalls aus durchziehenden Verwerfungen erklären. In gleicher Weise folgen dem östlichen Gehänge des Cordevoles zwischen Andraz und Colle di Sta. Lucia zwei Brüche mit stufenförmig abgesunkenen Schollen. Im Süden werden dieselben, sowie unser ganzer Schichtencomplex durch eine vom Ostabhängen des Monte Migion über Colle di Sta. Lucia gegen Osten nach S. Vito ziehende Bruchlinie (Antelaolinie) abgeschnitten.

An der Ostseite des vom M. Nuvolau nach Selva Bellunese herabziehenden Codalunga-Thälchens schiebt sich, allmählich zu grosser Mächtigkeit anschwellend, zwischen die Muschelkalk-Schichten im Liegenden und die Tuffe im Hangenden eine Masse ungeschichteten, weissen dolomitischen Kalkes ein. Dieselbe bildet den isolierten Stock des Monte Carnera und den Piz del Corvo und wird von

Mojsisovics als isoliertes, kleines Riff der Buchensteiner und Wengener Zeit betrachtet. Die Südwestabstürze sind Denudationsflächen; gegen Nordost neigt die ursprüngliche Böschung des Riffes unter die Tuffe, die vom Monte Frisolet über Col di Gialei zum Ostabhange des Piz del Corvo und von hier am Südabhange des Rocchettazuges gegen Osten streichen. Prof. 119.

Auf der ausgedehnten Fläche von Wengener-Mergeln, welche, über diesen Tuffen ausgebreitet, das ganze übrige Gebiet unserer Gruppe beherrschen, liegt nun, durch spätere Erosion in drei grössere Partien aufgelöst, eine mächtige schwach gegen Norden geneigte Platte von Cassianerdolomit. Sie wird von den Wengener-Mergeln durch eine geringmächtige Lage von Cassianer-Schichten getrennt. Über ihr sind Reste von Raibler-Schichten und da und dort Dachsteinkalk, die höchsten Erhebungen bildend, erhalten.

Die östlichste der drei genannten Partien baut die Rocchetta-Gruppe auf. Der langgestreckte Kamm der Croda da Lago von der Laste di Formin bis zum Becco di Mezzodi erhebt sich, vom Cassianerdolomit durch eine dünne, im Terrain sehr schön markierte Lage von Raibler-Schichten geschieden, im Dachsteinkalk Prof. 119. Der vorgeschobenste Posten dieser Partie ist die Crepa bei Cortina, welche durch die Falzaregolinie von der Tofanagruppe getrennt wird.

Die zweite Partie setzt den Nuvolaustock zusammen. Die bekannten Cinque torri des Averau sind ein Dachsteinkalkkrest über Raibler-Schichten, welche den Abhang gegen den Costeanabach und das Ospizio in Falzarego bedecken.

Die dritte, mit der zweiten am Wege vom Hospiz nach Castello zusammenhängende Partie baut den Sett Sass auf. Die Fortsetzung der Cassianerdolomitplatte des Nuvolau und Settsass findet sich jenseits der Falzaregolinie am Lagatschoi und der Forzella di Travernanzes*).

*) Das Wesentlichste der von dieser Darstellung abweichenden Auffassung, wie wir sie bei M. Ogilvie [850] finden, werden wir im Führer beibringen.

k) Pragser Hochalpen, Kreuzkofl-, Tofana- und Cristallo-Gruppe.

(Das Dachsteindolomit-Becken.)

Das Schiefergebirge zwischen Gader und dem Pragser Thal begrenzt unser Gebiet im Norden; dieses Thal, Plätzwiesen und die Strasse über Misurina-See hinab in di Val Anzei im Osten, der Weg über Tre Croci nach Cortina und von dort über Falzarego nach St. Cassian im Süden und die Gader im Westen.

Das weitaus herrschende Gestein ist der Dachsteindolomit, über ihm finden sich da und dort, im Gebiete der Fanis- und Fossis-Alpe Reste jüngerer Bildungen. Unter ihm tauchen überall bis auf die Ostgrenze Raibler-Schichten auf. Diese überlagern theils (vorherrschend im Westen) Cassianer- und Wengener-Mergel, theils den Cassianerdolomit. An der Ostgrenze, die mit einer Bruchlinie zusammenfällt, stösst der Dachsteindolomit an den letzteren Sedimenten unvermittelt ab. Im Norden liegen unter den Wengener-Bildungen die älteren Sedimente bis herab zur krystallinen Unterlage in der gewöhnlichen Reihenfolge. Im Grossen und Ganzen fallen die Schichten im Norden, Westen und Süden gegen den Mittelpunkt der ganzen Gruppe ein und bilden so ein Becken, das von den gewaltigen Massen des Dachsteindolomites erfüllt ist. Prof. 134. Nur im Osten ist der Rand des Beckens durch die erwähnte Bruchlinie, die von Altprags über Plätzwiesen und Schluderbach an den Misurina-See zieht, abgeschnitten. Vom geologischen Standpunkte aus erscheint somit dieses Gebiet so gewaltiger Erhebungen als eine grosse Depression, welche orographisch nur durch die bedeutende Mächtigkeit des Dachsteindolomits ausgeglichen wird. Vgl. die Kartenskizze 128 und die Profile 129.

Das Becken wird von Spalten durchsetzt, längs welcher Verschiebungen stattgefunden haben, so dass wiederholt ungleichalterige Partien des Dachsteindolomits zusammengestossen oder verschiedene Bildungen an einander geworfen sind. Dies gilt zunächst von dem Randgebiete zwischen den beiden Pragser Quellbächen, wo bei Neuprags eine kleine Scholle zwischen zwei nordsüdlich streichenden Bruchspalten abgesunken ist, so dass Wengener-Mergel an Muschel-

kalk stossen; sodann vom Rücken zwischen der Gader und dem Rauhthale, wo westlich vom Paresberge eine Scholle von Werfener-Schichten bis Wengener-Schichten zwischen Wengener-Schichten und Dachsteindolomit eingeschoben ist. Vom obern Abteithale bei St. Cassian angefangen trennt eine Bruchlinie, die über Falzarego nach Cortina zieht, dieses Gebiet von der Nuvolau-Gruppe. Diese Bruchlinie schneidet von der letzteren ursprünglich genetisch mit ihr verbundene Partien ab und fügt sie orographisch dem Dachsteindolomitgebiete an. Es sind dies die Dolomitmassen des Lagatschoi und der Forzella di Travernanzes, welche die nördlichen Ausläufer des Nuvolau- und Settsass-Riffes bilden.

Die Falzarego-Bruchlinie biegt nördlich von der Crepa bei Cortina plötzlich nach Süden um und folgt der Ampezzaner Strasse.

Aber auch im Innern des Beckens setzen Bruchspalten durch. Die Villnösser Linie tritt durch das Thal von Wengen in das Gebiet ein und setzt von dort zwischen Parei di Fanes und der Eisengabel-Gruppe nach Kl. Fanes hinüber. Längs dieser Strecke ist der Nordflügel gesunken. Eine Ausnahme hievon bildet nur die hoch emporgeschobene, bereits oben erwähnte Scholle zwischen Wengen und dem Paresberge. Von Kl. Fanes zieht die Villnösser Linie, nach Osten umbiegend, über Col Becchei und Son Pauses nach Ospitale an der Ampezzaner Strasse, schneidet längs der Val grande ins Cristallomassiv ein und setzt sodann, in mehrere Parallelspalten zersplittert, über Tre Croci gegen Osten fort. Eine ähnliche Zersplitterung tritt auch nördlich von Col Becchei ein, wo an der Croda di Antruilles ein schmaler Streifen tief eingesunken ist. Eine grössere Bruchlinie schneidet südlich von der Rothwand gegen die Val Salata und die Senes-Alpe hin ein und wirft von Süden her Jura- und Kreidebildungen an den Dachsteinkalk des Gaisl-Grates.

Südlich von unserer Gruppe liegt noch innerhalb der Landesgrenzen ein Stück des grossen, den Sorapiss, die Marmarole und den Antelao umfassenden Gebietes. Der noch unserem Lande angehörige Gebirgsstock des Sorapiss zeigt einen sehr einfachen Bau. Der Weg über Tre Croci führt über eine sattelförmige Aufwölbung, in deren Kern Wengener-Schichten erscheinen,

darüber folgen Cassianer-Mergel und -Dolomit, Raibler-Schichten und endlich der mächtige Dachsteindolomit. Auf dem Nordschenkel des Sattels baut derselbe den Cristallo, auf dem Südschenkel das Sorapissmassiv auf. Über das Verhältnis desselben zum weiter südöstlich folgenden Gebirge gibt der Schnitt 138 Aufschluss.

Einen Überblick über den Bau des in Rede stehenden Gebietes und der Nachbarschaft von einem die Rifftheorie ablehnenden Standpunkte aus gewähren die Kartenskizze 128 und die Profile 129. Man ersieht auch daraus, dass das Dachsteindolomitgebiet ein weites, tief eingesunkenes Becken darstellt, das rings von einem äusserst zersplitterten Schollenkranze umgeben ist.

1) Sextener Dolomite.

Im Norden wird das Gebiet durch das Pusterthal zwischen Niederdorf und Innichen, im Osten durch das Sextener Thal und das obere Comelico bis Padola und von dort durch den Weg über Colle Castello nach Auronzo begrenzt. Im Süden bildet die Val Anziei die Grenze, im Westen eine Störungslinie, die vom Misurina-See über Schluderbach und Plätzwiesen in das Pragser Thal zieht.

Im Grossen und Ganzen stellt das Gebiet den nordöstlichen Quadranten eines flachen, tellerförmigen Beckens vor; an der Nord- und Ostgrenze befindet sich der aufgebogene Rand desselben; die Süd- und Westgrenze, welche mit Bruchlinien zusammen fallen, entsprechen den Radien des Quadranten. Am Beckenrande erscheinen über der krystallinen Unterlage ziemlich steil gegen das Innere des Beckens fallend die älteren Schichtgebilde: Verrucano, Grödener-Sandstein, Bellerophonkalk, Werfener-Schichten und Muschelkalk in ununterbrochener Reihenfolge. Oberer Muschelkalk und Buchensteiner-Schichten sind im Osten in der Riff-Facies entwickelt, desgleichen Wengener- und Cassianer-Schichten, welche als mächtige Dolomit- und Kalktafel (Schlerndolomit) in flacher Lagerung den grössten Theil des Becken-Innern ausfüllen. Die ursprünglichen Grenzen des Riffes gegen Norden und Osten sind heute nicht bekannt; die heutigen, steilen Abbrüche der Tafel nach diesen Seiten hin sind Producte der Denudation. Dagegen entsprechen die jetzigen

Grenzen des Dolomits gegen Westen und Südwesten zum grösseren Theile der ursprünglichen Ausdehnung des Riffes. Hier greifen daher heteropische Bildungen der Wengener- und Cassianerzeit, Mergel, Riffdolomit und -kalk ineinander. Als solche besonders schön aufgeschlossene Faciesgrenzen werden die Gebiete im Norden des Dürrenstein an der Sarlalpe, im Osten des Misurinathales und der Südabhang des Monte Campoduro im Val Anziei hervorgehoben. Bemerkenswert ist, dass im südöstlichen Theile des Gebietes an Stelle des weissen Dolomits ein grauer bis röthlicher Kalk tritt.

Über den Riffgebilden folgen stellenweise, so besonders im Quellgebiete der Rienz und an den obersten Zweigen des Innerfeldthales, rothe Raibler-Schichten, über welchen, die höchsten Erhebungen z. B. Birkenkofl, Schusterspitze, Dreizinnen u. dgl. aufbauend, Dachsteindolomitreste sich erhalten haben. Weiter im Osten und Süden fehlen zwischen den Cassianer Riffkalken und dem Dachsteindolomit, der hier ausgedehntere Hochkämme (Rothwand, Col dei Bagni, Zwölferkofl, Monte Campedelle) bildet, die typischen Raibler-Schichten und es ist keine scharfe Grenze zwischen den Riffbildungen und dem Dachsteindolomit vorhanden. Die Raibler-Gebilde sind entweder ebenfalls in der Riff-facies entwickelt, oder es haben sich hier bereits zur Raibler-Zeit dem Dachsteindolomit ähnliche Sedimente abgelagert.

Der Val Buona, welche von der Einsattelung Tre croci zum Anziei herabzieht, folgt die Villnösser Bruchlinie. Weiter gegen Osten begleitet sie den Anziei bis zur Mündung des kleinen Pian di Serathälchens. Hier übersetzt sie den Rücken zwischen Anziei und Val di Rin, durchquert die letztere und streicht über Auronzo an die Piave fort. Geotektonisch gehört somit die durch den Anziei abgetrennte Gruppe des Monte Rosiana und Monte Malone noch zu unserer Gruppe. Vom Misurinasee zieht, wie erwähnt, als Westgrenze der Gruppe, ins Pragerthal eine Störungslinie. Längs derselben ist der Westflügel, die grosse Ampezzaner Dachsteindolomitafel in die Tiefe gesunken. Innerhalb des Gebietes werden in der übersicht-

lichen Darstellung von Mojsisovics keine bedeutenderen Störungen angegeben.

Das Höhlensteinerthal zwischen Schluderbach und Toblach schneidet ein dreieckiges Stück, das Dürrenstein-Gebirge, von unserer Gruppe ab und verbindet es orographisch mit den Prager Hochalpen. Dieses Gebiet hat durch Miss Ogilvie eine eingehende Bearbeitung gefunden [850]. Nach dieser Darstellung ist der Bau dieser Gruppe ein äusserst complicierter; auf Einzelheiten werden wir im Führer aufmerksam machen.

30. Belluneser Hochalpen.

Umgrenzung:*) Feltre, Arsie, Col de Barchi, Val-sugana (Brenta) bis Castelnuovo, Strigno, Pradellan, Sattel N. v. Silana, Val Folva, Malga Orenna, A. Cavallara, Val Sternozzena, Val Lunga, Canale San Bovo, Gobbera, Imer, Cismone bis Fiera di Primiero, Passo di Cereda, Trt. Mis, Vallalta, Val Imperina, Agordo, Cordevole bis Peron, St. Giuliana, Sospirolo, Maras, St. Gregorio, Cesio, Pedevana, Feltre. [95, 121, 446, 508, 509, 523, 598, 651, 749, 818, 853, 854].

Gesteine. Auf dem innerhalb unserer Grenzen liegenden Theile dieser Gruppe kommen folgende Formationen vor. Krystalline Schiefer an der Grenze gegen den Cima d'Astastock. Permische und untertriadische Schichten in geringer Ausdehnung am Westende bei Strigno und am Ostende bei Agordo. Schön geschichteter Dachsteindolomit, die Hauptmasse und den Grundstock des ganzen Gebirges bildend, an der Basis der folgenden Sedimente überall zutage tretend, im Osten fast allein herrschend. Lias, graue Kalke, sowie an einigen Stellen (Tesino, Sospirolo) weisse, Brachiopoden führende Crinoidenkalke [509, 523, 651, 818, 853, 854], weisse Oolithe. Dann graue Knollenkalke des Jura. Darüber liegen Kreidesteine, im westlichen Theile vorwiegend Biancone mit

*) Des hier in Betracht gezogenen Theiles.

kleinen Resten von Scaglia, im östlichen Theile rothe und graue Neocommergel. Über den Kreideschichten kommen in einem schmalen Streifen nördlich von Fonzaso alttertiäre Gesteine vor. Glacialdiluvium ist allenhalben, besonders aber in Val Tesin, weitverbreitet.

Bau. Wenn man von Einzelheiten absieht, ist der Bau des Gebirges im Grossen und Ganzen ziemlich einfach. Die beigegebenen Durchschnitte 132, 133, 135—137 geben ein hinreichend klares Bild davon. Das Gebiet gehört der im Süden der Valsugana-Bruchspalte abgesunkenen Scholle an. Diese Bruchspalte verläuft von Strigno der Chiepinä entlang in die Val Tessina, zieht in diesem Thale nach Norden, streicht dann von der Mga. Orenna, nördlich vom Broconpasse, direct nach Osten quer durchs Canalethal und erreicht bei Imer den Cismone. Bei Transacqua setzt sie dann ins östliche Gebirge ein, umzieht den Nordfuss des Sasso della Padella und biegt hierauf an den Quellen des Assinozathales plötzlich hakenförmig nach Süden um. So erreicht sie am Monte Neva eine von Westen her durch Val Noana streichende Parallelverwerfung, die nun die östliche Fortsetzung der Hauptspalte übernimmt. Als solche läuft diese über die Scharte zwischen Monte Cimonega (Sasso di Mur) und Monte Brandol nach Vallalta und über Tiser nach Agordo. Nördlich von der Spalte erheben sich die krystallinen Schiefer der Astagruppe; in der gesunkenen Scholle südlich von derselben liegen die älteren Schichten bis herauf zum Dachsteindolomit in der Tiefe begraben; letzteres Gestein aber stösst längs der Bruchspalte an die Schiefer oder fällt unter dieselben ein.

Bei Ospedaletto in Val Sugana tritt in das abgesunkene Gebiet eine Störungslinie, die Belluneser-Bruchlinie, ein. Sie zieht bis Pieve Tesino, macht hier einen zwischen Monte Assenaro und Monte Agaro nach Norden ausspringenden Winkel und setzt dann südlich von Monte Coppolo direct nach Osten über den Cismone, dann südlich von Monte Valazza zum Monte Lamén und nach Lasen fort, von wo sie in nordöstlicher Richtung an der südlichen Grenze unserer Gruppe zum Cordevole bei Peron zieht. Diese Bruchspalte schneidet von der nördlichen Hauptscholle ein südliches, dreieckiges Stück ab, das etwas tiefer gesunken ist.

Abgesehen von einigen kleineren Störungen wird die nördliche Scholle durch eine diagonal von der Belluneser- zur Valsugana-Linie durchsetzenden Bruchspalte in zwei Theile getheilt. Diese Spalte verläuft vom Monte Valazza, der tirolisch-italienischen Grenze ungefähr folgend, zum Passe zwischen Monte Cimonega und Brandol. Westlich von ihr ist das Gebiet etwas gesunken. Im Grossen und Ganzen ist die Schichtenlage eine flache. Am nördlichen Rande gegen die Valsuganaspalte stellen sich bedeutendere Störungen ein; hier sind durch Parallelspalten schmale Schollen abgetrennt, die Schichten derselben schiessen meist steil unter die aufgeschobenen krystallinen Schiefer ein (vgl. Prof. 122). Auch am Südrande gegen die Belluneser Linie zeigen sich im östlichen Theile ähnliche Erscheinungen.

Die von der Belluneser Linie abgetrennte dreieckige, südliche Scholle lässt, besonders im westlichen Theile, ziemlich complicierte Lagerungsverhältnisse erkennen, indem hier an westöstlich streichenden Spalten südliche Überschiebungen auftreten (Prof. 135, 136). Aus ihnen entwickelt sich weiter im Osten eine mehr und mehr breiter werdende Mulde, in deren Kern noch eocäne Schichten liegen, Prof. 137. Vorzügliche Aufschlüsse über den skizzierten Bau geben die, wie Profilschnitte quer durch die Schollen eingerissenen Erosionsrinnen, der Cismone, der Trte. Mis und endlich die Piave selbst.

31. Gailthaler Alpen.

Umgrenzung: Uns interessiert hier nur der westlichste Theil dieses Gebirgszuges, der dreieckige Gebirgsabschnitt an der tirolisch-kärntnerischen Grenze zwischen Drau und Gail, westlich vom Gailbergsattel zwischen Oberdrauburg und Mauthen (Kreuzkofl-Gruppe). [68, 75, 78, 91, 94, 348, 612, 627, 749, 894, 972, 973, 1012].

Gesteine. Gneiss, Granatglimmerschiefer, Quarzphyllit, in langem Zuge an der südlichen Grenze unserer Gruppe am Gailflusse und dem nördlichen Gehänge

des Lessachthales von Sillian bis Kötschach und weiter östlich. Perm, weisse und rothe Conglomerate und Sandsteine (Verrucano und Grödener-Sandstein), in schmalem Streifen an der nördlichen Grenze der krystallinen Schiefer von der Drau unterhalb Sillian bis Laas bei Kötschach ziehend. Stellenweise sind damit kleine Quarzporphyr Lager verbunden. Trias, Werfener-Schichten, violette, graue, grüne Schiefer, geringmächtig, allmählich aus dem Grödener-Sandstein hervorgehend, Spuren von Versteinerungen. — Muschelkalk, schwarze dünnplattige, weissadrig und graue, wulstige Kalke, versteinierungsführend. — Graue Plattenkalke und Dolomite, wettersteinkalk- oder schlern-dolomitartig. — Raibler-Schichten (Cardita-Schichten [970, 971]), schwarze Thonschiefer, Sandsteine und Rauhwacken, oolithische Kalke, Versteinerungen. — Hauptdolomit und Plattenkalk, ersterer ungeschichtet und klotzig oder weiss, massig, sandig zerfallend; mächtigstes Gestein (bis 1000 m) des Gebietes. — Kössener-Schichten, dunkle, bituminöse, mergelige Kalke, schwarze, griffelförmig zerfallende Schiefer mit Bactryllien, blaue Kalke, Versteinerungen. Lias, rothe Adnether Schichten.

Es muss auffallen, dass diese Schichtenfolge und Ausbildungsweise ganz verschieden ist von jener im benachbarten Triasgebiete der „Dolomite“, dagegen eine ausserordentliche Ähnlichkeit zeigt mit jener der Nordalpen. Schon aus diesem Grunde und ganz abgesehen vom Baue verdient dieser Gebirgszug den touristischen Namen „Dolomite“ nicht.

Bau. Das Gebiet stellt ein Faltengebirge mit westöstlichem Streichen der Faltenzüge dar, welches der Länge nach von Bruchlinien durchsetzt ist und dadurch in mehrere, langgestreckte Schollen aufgelöst erscheint. Gegen das südliche Schiefergebirge scheidet es eine, wenn auch nicht immer deutlich ausgesprochene Bruchspalte, die sogenannte Gailbruchlinie. Sie verläuft von der Drau unterhalb Sillian über den Gebirgsrücken gegen das Karditschthal, den sie südlich vom Breitenstein erreicht, und setzt von hier am nördlichen Gehänge des Gailthales nach Osten fort. Die

südlich davon bis zum Gailflusse hinab sich erstreckende Zone krystalliner Schiefer ist ein lebhaft gefalteter Gebirgsstreifen mit westöstlichem Streichen der eng zusammengepressten Falten, der schon im Terrain sich von dem nördlich folgenden Kalkgebirge auffallend unterscheidet, „dabei bildet der nördlich von Obertilliach hinziehende Rücken eine Mulde, während die Gailfurche zumeist in einen Sattel eingeschnitten ist“ [1012]. Discordant liegen an der Bruchspalte über den krystallinen Schiefen wenig mächtige, oft senkrecht gestellte, weithin sichtbare Schichten von rothem Grödener-Sandstein, über welchen concordant Werfener-Schichten, Muschelkalk, „Wettersteinkalk“, Raibler-Schichten, Hauptdolomit und Kössener-Schichten folgen. Die ersteren bauen in langgestreckter Zone die südlichen Abhänge des hochaufragenden Grenzgebirges zwischen Drau- und Gailfluss auf, während die Hochgipfel selbst zumeist im Hauptdolomit sich erheben. Die Schichten fallen zunächst nach Norden, richten sich dann in grösserer Entfernung von dem Gailbruche mit südlichem Einfallen auf und bilden in einer sattelförmigen Wölbung aus Hauptdolomit vom Gailbergsattel gegen Westen hin die Höhen: Schatzbühel, Hangende Wand, Rosenköfl, Eisenschuss u. s. w. auf. Südlich von der Aufwölbung des Hauptdolomits sowohl, wie besonders nördlich liegen langgestreckte, mit Kössener-Schichten erfüllte Mulden. Die nördliche Mulde, welche von der Gailbergstrasse bei Oberdrauburg über die Postalpe und den Kolbnerspitz in den Pirknergraben und sodann weiter nach Westen fortsetzt, besitzt eine ansehnliche Breite. Prof. 147.

Dieser Gesteinszug wird im Norden von einem Verwerfungsbruch abgeschnitten, der von Flaschberg bei Pirkach, südlich von Nikolsdorf, in fast genau ostwestlicher Richtung durch das Gebirge setzt und dessen westliche Fortsetzung noch südlich von Abfaltersbach in der Nähe des Gailbruches verfolgt werden kann. Diese Bruchlinie trennt das erwähnte, gegen Westen sich verschmälernde triadische Faltengebirge von einem zweiten, nördlichen, gleich aufgebauten Zug. Längs der Bruchlinie und auf ihrer nördlichen Seite erscheinen hier mit nördlichem Fallen Wettersteinkalk und Raibler-Schichten von Pirkach bis zum Eisen-

schuss und dann wieder nördlich von der Demler Höhe. Darüber liegt das herrschende Gestein dieses Gebirges, der Hauptdolomit. Derselbe baut, mit meist steilem nördlichen Fallen die gesammten Höhen vom Hochstadl im Osten angefangen über die Lasertsköpfe, Sandspitz, Wildensenderkopf zum Spitz- und Kreuzkofel ziehend, auf und senkt sich sodann vom Dabereck nach Mittenwald ins Drauthal herab. Westlich vom Kreuzkofel legt sich an der südlichen Seite eine schmale Mulde von Kössener-Schichten und Adnetherkalken an, die bis Abfaltersbach herabstreichen. Der mächtige, nach Norden abfallende Hauptdolomit erhebt sich im Rauchkofel neuerdings zu bedeutender Höhe und bildet so eine Mulde, in welcher von Au unterhalb Mittewald angefangen Kössener-Schichten und rothe Liaskalke zunächst längs der Drau hinstreichen, dann aber am Galizenbach in der Depression südlich vom Rauchkofel stark verbreitert bis Lavant fortsetzen. Am nördlichen Fusse des Rauchkofels erscheint am Tristacher See plötzlich eine Scholle von Glimmerschiefer, über welchem kleine Reste von Werfener-Schichten und Muschelkalk liegen. Diese kleine Scholle ist von dem Rauchkofeldolomit durch die Draubruchlinie getrennt. Diese schneidet von Abfaltersbach angefangen längs der Drau die ganze erwähnte Schichtenserie der Kreuzkofel-Gruppe schief ab. Östlich von Lavant ist sie durch die Drau-Alluvionen verdeckt, erscheint aber unterhalb Nikolsdorf an der nördlichen Thalwand, wo sie einen schmalen Streifen triadischer Kalke von den nördlichen krystallinen Schiefem der Centralzone scheidet.

Stur [91] nennt das Lienzer Kalkgebirge eine Alpenwelt im Kleinen; „alles beinahe, was die Alpen, die Centralkette und ihre Nebenketten, an Gesteinen, an Pracht und Grossartigkeit aufzuweisen haben, treffen wir hier auf kleinem Raume zusammengedrängt“.

32. Karnische Hauptkette.

Auch von dieser Gebirgsgruppe interessiert uns nur der westliche, an Tirol angrenzende Theil.

Umgrenzung: Im Westen und Norden: Kreuzberg, Sexten, Innichen, Pusterthal bis Sillian, Karditschthal, Lessachthal, Gailthal . . . Im Westen und Süden: Kreuzberg, Padola, Candide, Trt. Digone, Forca di Palumbino, Val di Londo, R. Rindelondo, Val dell' Oregione (Trt. Piave), Colle di Canova, Avanza Rio, Trt. Degano bis Forni Avoltri . . . [75, 91, 92, 95, 383, 578, 610, 611, 612, 627, 628, 712, 713, 814^a, 894, 895, 990, 1012].

Gesteine. Krystalline Schiefer, Gneiss, Granatglimmerschiefer, Quarzphyllit. Auf unserem Gebiete ist fast nur letzteres Gestein entwickelt; Zug vom Pusterthal über den Helm nach S. Stefano.

Untersilurische Schichten (Mauthner-Schichten), schwarze Thonschiefer und Quarzite, Grauwacken, mit eingelagerten Kalkschiefern und Bänderkalcken, gegen den Quarzphyllit schwer abzugrenzen, im südlichen Karditsch- und Lessachthalhange, vom Tilliacher Joch gegen Osten auch den südlichen Gebirgskamm bildend. Stellenweise eingelagert sind grüne oder violette Thonschiefer und Tuffe oder bunte Breccien (Tilliacher Joch). Schwarze Kiesel-schiefer, spärlich. Obersilurische Bänderkalke, meist blaugraue, roth anwitternde Kalke und Kalkschiefer, auf unserem Gebiete in Form schmaler Streifen in den Thonschiefern eingefaltet (Nordabhang des Helmszuges und über die Drau bei Winnbach streichend).

Devonische Riffkalke und Dolomit, auf unserem Gebiete in unregelmässigen, meist versteinierungsleeren Massen den silurischen Schiefen und Kalcken eingefaltet (Kinigat, Porze); letztere zeigen an der Grenze bedeutende mechanische Veränderungen.

Perm, Grödener-Sandstein und „Grundconglomerat“ [894] (Verrucano), transgredierend über Quarzphyllit (weiter östlich über Silur, Devon und Carbon) liegend. Über dem Grödener-Sandstein folgt concordant Bellerophonkalk (mit Rauhwaacke und Gips).

Trias, in südostalpinen Entwicklung, theils normal über dem Perm folgend (Sexten-Comelico), theils durch Bruchlinien von den älteren Formationen getrennt (im Süden an der italienischen Grenze); bereits ausserhalb unseres Gebietes.

Bau. Der an der tirolischen Grenze liegende Theil der karnischen Hauptkette besteht im Grunde aus Quarzphyllit, der mit steiler Schichtenstellung am nördlichen Gehänge des Karditsch und Lessachthales, und am Scheiderücken zwischen dem Karditschthale und Sexten, dann weiter südöstlich im Gebiete des Digone bis Comelico inferiore ansteht, wo er plötzlich jenseits der Piave durch die Villnösser Bruchlinie von dem südlich folgenden Schlern-dolomitgebirge geschieden wird. Zwischen beiden Schieferzügen liegen, wie im Kern einer Mulde am südlichen Gehänge des Karditsch- und Lessachthales die steilgestellten silurischen Thonschiefer, „Mauthner-Schichten“. Diese Gesteine übersetzen am Tilliacher Joche den Gebirgskamm gegen die Quellthäler der Piave und damit die Landesgrenze. Am südlichen Rande dieser Gesteine gegen den Quarzphyllit des Comelico erscheinen mehrere eingeklemmte Schollen devonischer Riffkalke (Königswand, Liköflwand, Porze). Südlich davon zwischen Val di Dignas und der Piave bei Prezenajo sind mitten im Quarzphyllit zwischen bogenförmig nach Westen vordringenden Querbrüchen, die vom Villnösser Bruche sich abzweigen, Schollen triadischer Gesteine (Werfener-Schichten, Muschelkalk, Schlerndolomit) tief abgesunken (westliche Gruppe des Bladener Triasgebirges), reichen aber trotz dem mit ihren schroffen Gipfeln (Sasso Lungerin, Monte S. Daniele, Monte Schiaron, Monte Curie) mächtig über die gerundeten Phyllit Rücken (Monte Zovo) empor. — Die Mauthner-Schichten sind nach Frech [894] im Westen am Sägebach durch einen Querbruch abgeschnitten, der Quarzphyllit aber setzt zwischen Sillian und Innichen über die Drau und findet im bekannten Zuge des Pusterthales seine westliche Fortsetzung. Nach Geyer [1012] setzt der Zug von Quarzphyllit und silurischen Schiefeln über die Drau nach Westen fort.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA

554.364B56G

C001 V001

GEOLOGISCHER FUHRER DURCH DIE TIROLER UN



3 0112 026833027