

**COMMISSIONE GEOLOGICA**  
DELLA SOC. ELV. DELLE SCIENZE NATURALI

**GEOLOGISCHE KOMMISSION**  
DER SCHWEIZ. NATURFORSCH. GESELLSCHAFT

**Atlante geologico  
della Svizzera**

**1:25 000**

**Geologischer Atlas  
der Schweiz**

**1:25 000**

Publicato a spese della Confederazione  
dalla Commissione Geologica  
della Società elvetica delle Scienze naturali,  
il Sig. A. BUXTORF essendo Presidente  
della Commissione

Auf Kosten der Eidgenossenschaft herausgegeben  
von der Geologischen Kommission  
der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft,  
Präsident der Kommission: A. BUXTORF

**Foglio:**

**Blatt:**

**516 Iorio**

con margine settentrionale del foglio

mit Nordrand des Blattes

**539 Bogno**

**539 Bogno**

(Foglio 11 dell'Atlante)

**Note esplicative**

**Erläuterungen**

di

verfasst von

**P. KNOBLAUCH & M. REINHARD**

Traduzione italiana

Italienische Übersetzung

di

von

**G. GEMNETTI**

**1939**

In commissione da  
**A. Francke S. A., Berna**

Kommissions-Verlag  
**A. Francke A. G., Bern**

## INDICE DELLA MATERIA — INHALTSÜBERSICHT

### A. Versione italiana

	Page
Prefazione della Commissione geologica . . . . .	3
Cenno topografico e divisione geologica . . . . .	5
A. Regione a nord della Linea Iorio-Tonale, Zona di radici . . . . .	6
1. Sguardo geologico-tettonico. . . . .	6
2. Le rocce della Zona di radici . . . . .	14
B. Regione a sud della Linea Iorio-Tonale, Zona insubrica . . . . .	25
1. Cenno sulla tettonica della Zona insubrica e sulla milonitizzazione lungo la Linea Iorio-Tonale . . . . .	25
2. Le rocce della Zona insubrica . . . . .	27
C. Formazioni quaternarie . . . . .	39
D. Giacimenti di minerali, Sorgenti . . . . .	43
Bibliografia più importante . . . . .	45

### B. Deutsche Fassung

	Seite
Vorwort der Geologischen Kommission . . . . .	48
Topographischer Überblick und geologische Gliederung . . . . .	50
A. Gebiet nördlich der Iorio-Tonale-Linie, Wurzelzone. . . . .	52
1. Geologisch-tektonischer Überblick . . . . .	52
2. Die Gesteinsserien der Wurzelzone . . . . .	59
B. Gebiet südlich der Iorio-Tonale-Linie, Insubrische Zone . . . . .	69
1. Überblick über die Tektonik der Insubrischen Zone und die Mylonitisierung längs der Iorio-Tonale-Linie . . . . .	69
2. Die Gesteinsserien der Insubrischen Zone . . . . .	71
C. Quartäre Bildungen . . . . .	82
D. Mineral- und Erzvorkommen, Quellen . . . . .	86
Wichtigste neuere Literatur . . . . .	88

## PREFAZIONE DELLA COMMISSIONE GEOLOGICA

La pubblicazione del Foglio Iorio dell'Atlante geologico avvenne in base alle seguenti indagini:

Negli anni 1923—28 il signor PAOLO KNOBLAUCH, che allora abitava a Bellinzona, rilevava, di propria iniziativa, dal punto di vista geologico, il territorio che si stende ad est di Bellinzona, dalla Val Morobbia, a sud, fino alla Val Traversagna, a nord, e, verso oriente, fino al confine svizzero. La carta rilevata con gran cura veniva dal signor KNOBLAUCH messa a disposizione della Commissione Geologica, la quale si riservava di pubblicarla entro il quadro dei *Fogli Iorio e Bellinzona* dell'Atlante geologico.

Il rilevamento del Foglio Iorio offriva particolare interesse, perchè comprendeva il territorio dello scoscendimento del Motto d'Arbino che il signor KNOBLAUCH aveva ritratto in tutti i suoi particolari in una carta alla scala 1 : 12.500, poco prima della caduta del 2 ottobre 1928, la quale aveva irreparabilmente sconvolte le condizioni topografiche preesistenti.

La Commissione Geologica si sente in dovere di esprimere qui al signor KNOBLAUCH i suoi migliori ringraziamenti per aver egli messo a sua disposizione il prezioso rilievo, una parte del quale, come fu già detto, sarà più tardi utilizzata, quando si pubblicherà il Foglio Bellinzona.

Siccome il rilevamento cartografico del signor KNOBLAUCH comprende soltanto la parte principale media del Foglio Iorio, la Commissione Geologica si trovò nella necessità di valersi di altri collaboratori per completare il Foglio. Al sig. Prof. MAX REINHARD si affidò il rilievo del territorio a sud della Valle Morobbia (la regione che dal Mottone di Giumello va fino al Camoghè) che parzialmente sconfina anche nel Foglio Bogno; mentre che il sig. Dr ERNESTO KÜNDIG si incaricava del rilevamento del settore settentrionale del territorio (pendio a nord di Lumino e regione a nord-est di Val Traversagna).

Nel dicembre del 1934 le carte originali dei tre autori venivano sottoposte alla Commissione e da questa accettate per la stampa.

Per il fatto che una parte del Foglio comprende taluni territori di oltre confine i quali evidentemente non poterono essere presi in considerazione per un rilievo geologico, si stabilì di completare lo spazio rimasto vuoto con la rappresentazione grafica speciale del territorio dello scoscendimento del Motto d'Arbino: in prima linea con la riproduzione della carta geologica 1 : 12.500 allestita dal signor KNOBLAUCH poco prima che si effettuasse il crollo del 2 ottobre 1928. Inoltre, dietro nostra richiesta, l'UFFICIO TOPOGRAFICO FEDERALE si dichiarava disposto di contribuire, alla sua volta, con la pubblicazione in forma grafica delle misurazioni geodetiche, condotte da esso negli anni antecedenti e susseguenti al franamento, nonchè del rilievo 1 : 25 000 eseguito prima e dopo lo stesso. La tavola V contenuta nel testo esplicativo ci ragguaglia sul volume e sulla dislocazione delle masse precipitate. Esprimiamo da queste pagine all'UFFICIO TOPOGRAFICO FEDERALE la nostra migliore riconoscenza per la sua preziosa collaborazione.

Il qui annesso testo esplicativo fu partitamente compilato da P. KNOBLAUCH e M. REINHARD; l'UFFICIO TOPOGRAFICO FEDERALE vi aggiunse un contributo sullo scoscendimento del Motto d'Arbino. La redazione definitiva del testo fu cura particolare del sig. Dott. R. U. WINTERHALTER. La traduzione in italiano fu affidata al sig. Dott. G. GEMNETTI in Bellinzona.

Basilea, luglio 1939.

Per la Commissione geologica  
della Società Elvetica di scienze naturali

Il Presidente:

*A. Buxtorf.*



## CENNO TOPOGRAFICO E DIVISIONE GEOLOGICA

(Vedi « Schizzo tettonico »)

Il Foglio Iorio 516 dell'Atlante Geologico della Svizzera completato a sud da una parte del Foglio 539, Bogno, comprende un settore, finora poco noto dal punto di vista geologico, delle montagne che si stendono a sud del corso inferiore della Moesa e ad est del tratto di valle del Ticino, Arbedo–Bellinzona–Giubiasco. Anche se, verso est, il rilevamento geologico non oltrepassa il confine svizzero, tuttavia lo « Schizzo tettonico » ci ragguaglia sull'orientazione delle zone geologiche nel confinante suolo italiano.

Tre valli piuttosto grandi, con direzione generale da est-sud-est verso ovest-nord-ovest, le quali coincidono con le più importanti linee tettoniche, suddividono la regione.

- a) La Val Traversagna (a nord), incomincia sulla cresta di confine, mediante le valli di Aiano e di Roggiasca, e gli affluenti provenienti da Val Rescignaga, Val d'Albionasca, Val Viola, e Val di Marco; essa sfocia presso Roveredo nella Moesa. La valle segue, in generale, la zona a marmi di Castione–Traversagna, di età triasica secondo la maggior parte degli autori.
- b) La Valle d'Arbedo incomincia al Corno di Gesero e sfocia nel Ticino presso Arbedo (ad ovest del foglio). Il suo fondovalle coincide, lungo un buon tratto, con una linea di disturbi tettonici: non mancano le fratture trasversali. Nel fianco meridionale di questa valle, il 2 ottobre 1928, si staccò la frana del Motto d'Arbino, sulle cui proporzioni ci ragguagliano minuziosamente le Carte speciali I–II–III–IV, annesse al Foglio dell'Atlante. La frana sconvolse la strada Arbedo–Monte della Tagliata–Motto della Biscia, costruita lungo il fianco meridionale della valle. Per via del persistente movimento del terreno, essa sinora (1939) non poté essere ricostruita.
- c) La Valle Morobbia si stende in direzione est–ovest, dal passo di S. Iorio giù fino a Giubiasco; essa segue una delle più marcate zone di dislocazione delle Alpi: la Linea Iorio–Tonale.

Queste tre valli costituiscono i principali accessi all'area montuosa contemplata dal Foglio Iorio. Solo la Valle Morobbia possiede una carreggiabile, la quale allaccia tra di loro i diversi suoi paesini.

Il tempo meglio indicato per escursioni è quello posteriore alla caduta delle foglie, oppure quello antecedente alla loro riapparizione. L'intera regione è per lo più sgombra di neve fino nel tardo autunno. Rifugi di carattere alpino sorgono sul Camoghè e sul Motto della Biscia, a sud del Corno di Gesero.

Il Foglio Iorio, secondo la sua divisione tettonica, appartiene a due regioni completamente diverse dal punto di vista geologico, petrografico e tettonico; nelle pagine seguenti esse saranno trattate separatamente:

- a) a nord, la Zona di radici,
- b) a sud, la Zona insubrica.

Ambedue le regioni sono separate dalla Linea Iorio-Tonale (= Linea insubrica). Essa corre sul versante nord della Valle Morobbia, in direzione ovest-est, e più propriamente sul bordo settentrionale degli affioramenti triasici del Passo di S. Iorio-Valle Morobbia.

---

## A. REGIONE A NORD DELLA LINEA IORIO-TONALE, ZONA DI RADICI

di P. KNOBLAUCH

### 1. Sguardo geologico-tettonico

(Confronta lo « Schizzo tettonico » 1:200.000 e la Tavola I)

I geologi che allestirono le prime carte tettoniche della regione a nord della Linea Iorio-Tonale, che noi per brevità designeremo col nome di Zona di radici, avevano presupposto la presenza delle radici tanto dei ricoprimenti penninici, quanto di quelli austro-alpini inferiori. Se non che il Foglio Iorio il quale rappresenta un primo rilevamento dettagliato di questa regione, ci dà, per l'area della Zona di radici, una struttura così complessa, che una ripartizione in falde di radici appartenenti a determinati ricoprimenti non può essere tentata; perciò essa fu tralasciata sia sulla Carta, sia nelle pagine esplicative. In sua vece furono riunite in zone le unità geologiche e petrografiche più caratteristiche, alle quali non spetterà per il momento che un'importanza locale. Fino a che distanza ed in qual misura è possibile seguirle nei territori vicini, e se si può loro attribuire un'importanza maggiore dal punto di vista generale, sono questioni che saranno risolte da ulteriori indagini.

Nella zona di radici la direzione delle rocce è in generale uniforme nel senso ovest-est, con forte inclinazione prevalentemente a nord. Disturbi strutturali si osservano nella regione dei Monti Loga e dei Monti Laura (2 chilometri a sud ed a sud-est di Lumino) ed in modo speciale a nord-est di Val Traversagna. Un tratto caratteristico della Zona di radici sono i frequenti affioramenti di marmo, di marmi a silicati, di rocce a silicati di calcio, di anfibolite e di masse di peridotite. Queste si lasciano per parti ordinare liberamente in singole zone le quale permettono una ulteriore, anche se in parte problematica suddivisione tettonica.

L'impiego delle zone a marmi ed, in misura maggiore, di quelle ad anfibolite quali linee-guida tettoniche è ancora contestato. Con grande probabilità talune zone a marmi possono essere ritenute come relativamente recenti, di età cioè triasica, od anche posteriore: questo però non si può dire per tutte. Mancano criteri per una separazione fra marmi di età pretriasica e marmi di età più recente.

Ne nasce così una incertezza nell'interpretazione delle zone a marmi, la quale è ancora resa maggiore dal fatto che molti affioramenti di marmo ammettono sovente parecchie possibilità di concatenazione. Perciò, dal punto di vista della interpretazione tettonica, si fece ricorso solo a quei marmi che si prestano ad essere seguiti, il meglio possibile, senza lacune, ed a quelli, anche se rari, purchè collegati con le rocce, le quali con ogni probabilità possono essere ritenute mesozoiche (cariata triasica, calcescisti).

Nell'interno della Zona di radici si distinguono, da nord a sud, le seguenti zone ed i seguenti lembi a marmi che le separano. (Confronta lo « Schizzo tettonico ».)

a) La **Zona di Claro-Mesocco** appare solo nell'estremo angolo nord-ovest del territorio del Foglio Iorio, con una serie di paragneiss e di gneiss occhiadini.

b) Verso sud segue la stretta **Zona a marmi di Al Galletto**.

c) La **Zona di Roveredo** occupa sul Foglio Iorio il territorio a nord-est della Val Traversagna: le appartengono pure i gneiss interposti fra le due zone a marmi, a nord-ovest e a nord-est di Lumino. Tra la Val Traversagna e la Val di Grono affiora nella regione del Sasso della Guardia [734.6/120.2]<sup>1)</sup> una voluminosa massa di ortogneiss tabulare la quale, assieme ai micascisti che vi sono intercalati, mostra una tettonica « a laccio ». La massa di ortogneiss è il nucleo di un'anticlinale, il cui asse inclina di 70° a sud-est: il suo vertice giace presumibilmente alquanto ad est del confine svizzero, nei dintorni dell'Alpe Paina.

<sup>1)</sup> Le cifre in parentesi indicano la posizione esatta dei luoghi per mezzo delle coordinate.

d) Il limite sud e sud-ovest della Zona di Roveredo è formato dai marmi e dalle rocce a silicati di calcio ed anfiboliti della **Zona di Castione-Traversagna** (v. Tav. II), la quale, verso ovest, è in connessione con la zona di marmi di Castione. La potente serie di rocce di Castione, ad est di Lumino, è sepolta sotto le alluvioni della Moesa, per una tratta piuttosto lunga. La sua prosecuzione è probabilmente da porsi a sud della Moesa, nella piccola lente di marmo, 400 metri ad est del ponte di Lumino [726/120.7]. Certamente ne fanno parte, ad est della Val Cru, i numerosi affioramenti di marmi e di rocce a silicati di calcio, con intercalazioni di anfiboliti, di pirosseniti, piuttosto rare e di peridotiti.

Tra Val Cru e Val di Montoi, una parte della zona di marmi si piega verso sud: circa il suo percorso vedi più sotto (pag. 9). La parte settentrionale dei marmi si stende ad est di Val di Montoi, in direzione est-sud-est; questi marmi si piegano poi nella Val Traversagna e vanno sino alla Bocchetta di Paina, sepolti, di quando in quando, sotto una coltre morenica (vedi Tav. II). Buoni affioramenti si hanno in Val di Marco, fra Val Traversagna ed il P. 586 [731.1/120.2], sul versante sotto i Monti Soltima [731.8/120.2], nella Val Viola inferiore, nella regione di Olinò [732.8/119.8], come pure alla Bocchetta di Paina.

La Zona di Traversagna, nella sua composizione petrografica, è nettamente diversa da quella del Sasso Marzio che menzioneremo sotto e da quella triasica del Passo di S. Iorio. Caratterizza questa zona il frequente affiorare di anfiboliti e di rocce, le quali, secondo MITTELHOLZER (Bib. 3)\*, possono essere designate come calcescisti. Nella Val Viola inoltre, si trova una roccia affine alla carinata, la quale, visto le sue cattive condizioni di affioramento, può essere anche considerata come una breccia di frizione.

e) La **Zona di Arbedo** occupa sul Foglio Iorio solamente il bordo occidentale, tra la Moesa e la Valle d'Arbedo, e termina, verso est, nella regione di Val di Montoi. È costituita da gneiss biotitici e, un pò più raramente, da gneiss a biotite e muscovite. Caratteristica è una iniezione salica molto intensa, la quale ha provocato la fusione e l'assimilazione della roccia originale, divenuta oggi appena riconoscibile. Troviamo gneiss venati, a letti e listati, le cui vene aplitiche sono separate più o meno nettamente dalle parti ricche di biotite. Queste rocce però presentano tutti i passaggi ai tipi presso i quali le vene chiare si fanno così sottili da insensibilmente estinguersi entro gneiss omogenei alquanto più chiari o più oscuri.

La forte iniezione non è limitata alla Zona di Arbedo, ma si estende alla parte settentrionale di quella di Bellinzona così ricca di marmi.

\*) Vedi Bibliografia importante, N° 3.

I gneiss della Zona di Arbedo tradiscono la presenza di una anticlinale chiusa verso est, la quale si manifesta per la sua direzione, nella contrada del Motto di Quaggio [725.6/119.6] e del Sasso di Bassa, ed anche grazie a pieghe di arresto, nella Val Cru. L'anticlinale presenta sul Monte Loga un rimboccamento in dentro e nelle vicinanze dei Monti Montoi, una piegatura all'infuori: in tal modo è chiarito il percorso piuttosto strano dei marmi che avviluppano la Zona di Arbedo.

f) Nella regione di Val di Montoi, il ramo meridionale della Zona Castione-Traversagna avviluppa la Zona di Arbedo (vedi pag. 8). Il percorso esatto di questi marmi e di queste anfiboliti non ha potuto ancora essere accertato con sicurezza. Essi continuano poi dai Monti di Laura [727.9/119.3] verso Val Cru e Monte Loga [726.4/119.4]. A partire da questa località si incontra, verso sud, l'ammantatura della Zona di Arbedo, la quale si manifesta solo scarsamente per via di alcuni giacimenti di anfiboliti situati a nord-est ed a sud-ovest del P. 695, in Valle d'Arbedo. Il limite sud della Zona di Arbedo è formato di una serie di fratture trasversali (vedi anche pag. 14).

g) La **Zona di Bellinzona** è limitata a nord da quella di Arbedo e dai marmi della Zona Castione-Traversagna, a sud dalla tonalite e dai « Gneiss occhiadini di Melirola ». Ad ovest, da una larghezza di km 6, si assottiglia sempre più in direzione est, e presso la cresta di confine tra Bocchetta di Paina e Torresella [735.6/115.6] vanta appena una larghezza di km 2,5. Essa è caratterizzata da frequenti alternanze di svariati gneiss, per lo più a sillimanite, e, in modo speciale nella sua parte nord, da una grande abbondanza di intercalazioni di rocce basiche, marmi e rocce a silicati di calcio. Questa sua ricchezza dei diversi tipi di rocce e una intensa alternanza conferiscono alla Zona di Bellinzona una impronta originale.

Una sicura separazione dei gneiss secondo la loro genesi (orto e para) non è sempre possibile. Le rocce sono poli-, cata-, fino a mesometamorfiche. Si deve necessariamente ammettere una ripetuta frantumazione ed una ricristallizzazione, con migrazione della sostanza. Bisogna poi aggiungere un apporto di sostanza sovente non insignificante avvenuto in virtù delle recenti iniezioni saliche, dappertutto diffuse.

Nella Zona di Bellinzona si lasciano distinguere due parti: una parte settentrionale la quale è ricca di anfiboliti e di rocce a silicati di calcio come pure di gneiss con netta sovrabbondanza di silicati di alluminio (distene), ed una parte meridionale che offre in misura minore le soprammentionate rocce.

La parte settentrionale della Zona di Bellinzona è, particolarmente nella regione tra Val Cru, Val di Marco e Monti

Laura [727.9/119.2], molto complicata nella sua struttura. Le numerose lenti di marmo, sovente terminanti a cuneo, non possono essere sempre seguite in tutto il loro percorso, per via del materiale detritico che le copre; perciò si devono utilizzare solo con riserva quando si voglia giungere ad una interpretazione tettonica. Pensiamo che la seguente interpretazione possa servir come base di discussione:

Partiamo dalla zona a marmo con carinata dello spessore di circa m 300, in Val di Marco, a sud dei Monti Viff [730.7/120]. Verso oriente, essa va molto rapidamente assottigliandosi: la sua continuazione è probabilmente da ricercarsi nelle poche lenti di marmo a nord di Rotonda [732.5/119.4], a nord-est dello sbocco di Val di Roggiasca-Val Traversagna [733.7/118.5], all'incrocio del sentiero col torrente di Val d'Aiano ed a nord della Bocchetta di Camedo [735.6/118]. Dalla Val di Marco fino alla Val d'Aiano, la zona a marmi è accompagnata, a sud-ovest ed a poca distanza, da scisti grafitici.

A partire dalla Val di Marco, l'orlo meridionale della zona di marmi può essere seguito, verso ovest, per i Monti Prabonella ed i Monti Laura, fino al P. 1530 [727.6/119]. Il senso della sua direzione accenna ad una concatenazione con i marmi di Orbello (Valle d'Arbedo) i quali, alla lor volta, sono in rapporto con quelli del Vallone (Foglio Bellinzona). Tra il P. 1530 ed Orbello non si rinvenne però mai del marmo; questo collegamento è quindi incerto.

Come fu detto più sopra (pag. 8 e pag. 9), la parte meridionale della Zona di Castione-Traversagna, nella regione a sud-est dei Monti di Bassa [726.7/121.6], allo sbocco di Val Cru, si piega verso sud. La serie dei marmi diretta a sud, a settentrione dei Monti Montoi, P. 727, si congiunge con una seconda massa di marmi, la quale si piega dalla direzione est-ovest in quella nord-sud. Poi ambedue le serie si piegano nuovamente verso est e, per i Monti Volta e Val di Tri, fanno transizione alla parte settentrionale dei marmi di Val di Marco. Dal vertice di questa svolta, chiusa verso ovest, si susseguono, in direzione del nucleo: marmi, anfiboliti, para- ed ortogneiss di iniezione e poi, più internamente, di nuovo marmi (Val di Tri, est dei Monti Nadro). Questi marmi sono l'equivalente di quelli di Val di Marco, a sud del P. 586, e nella loro prosecuzione verso est si uniscono nella Val d'Aiano, con ogni probabilità, alla Zona Castione-Traversagna.

Una ulteriore complessa zona di marmi si inizia sulla dorsale del Monte Loga [726.3/119.5]. Di qui è possibile seguirla in Val Cru, dove è tagliata da una frattura e carreggiata verso nord. Quindi essa si dirige verso sud-est, alla volta del P. 1386 [727.2/119.4]. In questa località la zona a marmi piega verso

est e si smarrisce tra i Monti Laura e Val di Tri, nella rilevante massa marmorea alla quale abbiamo più sopra accennato.

A sud della Valle d'Arbedo, specialmente la zona a marmi di Bellinzona assume una certa importanza, presentando essa le stesse rocce delle zone a marmi di Castione e di Val di Marco. Sul Foglio Iorio compare a sud del Monte della Conca; la sua continuazione verso est è oggidì interrotta dallo scoscendimento del Motto d'Arbino. Prima di questo era possibile seguirla (vedi Carta speciale III), attraverso Pianascio-Bosco delle Brusate, Val Pium (P. 978), fino alla Valle d'Arbedo, dove è spostata da uno scorrimento trasversale. Essa si prolunga poi per l'Alpe Val Bella, verso il P. 1845, dove si perde. La sua prosecuzione verso est è incerta: deve però trovarsi frammezzo alle peridotiti di Val di Marco: probabilmente ne fa parte anche l'affioramento di marmo a nord di La Pila, in Val d'Albionasca. La continuazione verso oriente deve passare per le peridotiti di Motta Grande, al P. 2154, a sud della Bocchetta di Camedo.

Il limite sud della parte settentrionale della Zona di Bellinzona è costituito dalla Zona triasica di Sasso Marcio; la porzione rocciosa che gli dà il nome fu sconvolta dallo scoscendimento del Motto d'Arbino (vedi Carta spec. III). Verso ovest, la Zona del Sasso Marcio non continua: a meno che il marmo dolomitico schiacciato, a circa 250—300 m ad est della Madonna della Neve (ad est di Ravecchia, foglio Bellinzona), non le appartenga.

Possiamo seguire questa zona in direzione est, per Val Pium (P di Pium), Monti Cò, fino nella Valle d'Arbedo (tra il d e l'o di Arbedo): lungo questo tratto contiene carinata. Dopo esser stata deviata dallo scorrimento trasversale di Valle d'Arbedo, la Zona di Sasso Marcio appare nuovamente a sud dell'Alpe Val Bella, da dove, partendo da Valle d'Arbedo, sale in direzione est verso la Quota 1942. La sua prosecuzione verso oriente è malsicura: ne devono far parte i marmi presso Casotta (Val di Marco), quelli a nord-est di Prodlò [731.8/118], quelli presso la confluenza dei torrenti di Val Rescignaga e Val di Roggiasca, come pure i marmi sulla parete di confine a sud del P. 2154 (Bocchetta di Ganna Rossa).

Nella Zona a marmi di Sasso Marcio, fino alla Bocchetta di Ganna Rossa, mancano le peridotiti e le rocce che possono essere ritenute calcescisti; le sue rocce sono piuttosto intensamente metamorfosate e solcate da pegmatiti e da vene di iniezione.

La parte meridionale della Zona di Bellinzona presenta una struttura isoclinala pronunciata con strati fortemente inclinati a sud o a nord. Piuttosto rari sono i marmi distribuiti qua e là

in piccole lenti. In nessun luogo si riscontrarono tracce di carinata. Una ulteriore suddivisione del territorio è al momento impossibile. È però dubbio se ad onta della uniforme struttura della montagna non esistano vecchie pieghe e scaglie le quali, per via delle successive orogenesi (alpine o prealpine) furono poi cancellate, o poste nella stessa direzione.

h) La **tonalite**. Verso sud la Zona di Bellinzona viene tagliata da un'intrusione la cui massa principale costituita di tonalite è accompagnata verso il suo bordo meridionale dal «Gneiss occhiadino di Melirolo», che può essere considerato come la facies periferica della tonalite.

Come insegna lo « Schizzo tettonico », la tonalite incomincia ad est di Giubiasco per due rami che si congiungono ai Monti di Pauto (Foglio Bellinzona) [724/115]. A partire da questa congiunzione, la tonalite si avvia, allargando sempre più la sua massa, verso est, attraverso l'intera area del Foglio Iorio. Non si conosce esattamente il suo percorso sul territorio italiano. Si osserva in nessuna località un contatto di natura primaria della tonalite con i gneiss e gli scisti finitimi della Zona di Bellinzona. Nei punti di contatto, la tonalite ed i gneiss — benchè questi in misura alquanto minore — sono frantumati e milonitizzati (Val di Melera, Val di Carena, a nord del Motto della Biscia, a nord dell'Alpe di Cùgn). Originariamente doveva però esistere un contatto primario con i gneiss, perchè questi giacciono in discordanza con la tonalite (a nord dell'Alpe Cùgn) [732.7/115.5].

i) Il « **Gneiss occhiadino di Melirolo** » (Facies periferica della tonalite) sorge ad ovest, dalle alluvioni della Valle del Ticino, un pò a sud di Giubiasco (Foglio 515 Bellinzona, vedi anche « Schizzo tettonico »). Nella Val di Carena si congiunge con la tonalite; e di là, sempre lungo l'orlo meridionale della tonalite, raggiungendo esso uno spessore di 50 fino oltre 100 metri, lo si può seguire oltre il confine svizzero. Nella Val di Melera è diviso in due rami.

L'età della tonalite non può essere fissata se ci basiamo unicamente sulle osservazioni che ci permette il Foglio Iorio. Questa roccia è certamente più recente dei gneiss da lei solcati; ed il suo aspetto fresco parla a favore di una età relativamente recente. Con ogni probabilità essa ha subito in modo semplicemente passivo la fase insubrica dell'orogenesi alpina.

k) Al « **Gneiss occhiadino di Melirolo** » segue verso sud la **Serie del Tonale** che può essere osservata non solo attraverso l'intero Foglio Iorio, ma anche più lontano, ad est, fino al Passo del Tonale. È essenzialmente composta di paragneiss con intercalazioni di anfibolite (vedi pag. 21). La Linea Iorio-Tonale corre lungo il suo bordo meridionale, separando la Zona di radici (a nord) dal Massiccio insubrico (a sud).



**Fratture.** Le fratture sono i fenomeni tettonici più recenti: esse sono posteriori tanto alla iniezione salica quanto alle pegmatiti, le quali, alla lor volta, sono posteriori alle intrusioni anfiboliche-peridotitiche.

Si possono nettamente distinguere due sistemi di fratture:

- 1) Uno più antico diretto di preferenza verso nord-sud, così che viene a trovarsi quasi perpendicolare agli strati e
- 2) uno più recente, in direzione NW—SE, obbliquo od anche parallelo per rapporto agli strati.

Fratture N—S: La frattura più lunga in direzione N—S è nella Val Taglio, all'orlo occidentale dello scoscendimento del Motto d'Arbino (vedi Carta spec. III). La sua ala orientale è relativamente sospinta a nord di circa m 150. La frattura va perdendosi verso sud: a nord è possibile seguirla fino alla frattura NW—SE della Valle d'Arbedo: a settentrione di questa linea di disturbi, non è più rintracciabile con sicurezza; al massimo la si può indovinare attraverso talune casuali frantumazioni e talune irregolarità nella direzione degli strati sul pendio meridionale del Monte Loga. Solamente in Val Cru fa apparizione nuovamente una netta frattura. Anche qui l'ala orientale è relativamente spostata verso nord. Il piano di frattura sta verticale o pende sino a 70° ad est. Alcune più piccole fratture, dirette da nord a sud, appaiono a nord-est di Val Traversagna.

Fratture dirette NW—SE: L'esempio più importante di questo sistema di fratture si sviluppa lungo il fondo di Valle d'Arbedo. Il lato nord della frattura è nel suo punto massimo spostato di ca. m 500. Lo spostamento si effettuò, sia lungo un sol piano, sia lungo due o più piani; può anche affiorare una zona milonitizzata sino a 50 m di larghezza. Verso ovest incontriamo, per la prima volta, la zona di disturbi sopra il gomito che fa il torrente a sud del P. 584. Più ad ovest, essa passa per zone sottili milonitizzate, le quali, in concordanza con i gneiss, si dirigono verso sud-ovest. I piani di spostamento tagliano gli strati con un angolo medio di 20—30°. Delle deviazioni si perdono nominatamente nell'ala nord, dove tomano e disfanno gli strati fino ad acuminarli; possono però anche seguirli in concordanza sotto forma di milonite. Sul ciglione roccioso, a sud-ovest del Monte Orbello [726.2/118.6], appaiono nettamente due fratture principali; ambedue sono zone di frantumazione di una certa larghezza. Quella a nord è ben visibile sotto forma di un canalone riempito di detriti. Dopo lo scoscendimento del Motto d'Arbino la fessura meridionale venne utilizzata dal torrente come deflusso; oggidì questo è nuovamente ostruito. Si può osservar bene la frantumazione a sud-ovest, sotto Orbello, dove la massa franata è lambita dalle acque; inoltre, nel torrente, a nord dei Monti Cò fino

là dove appare la carciata. In essa sgorgano abbondanti sorgenti dalle faglie le quali in questo punto si restringono. Ad est dell'Alpe Val Bella, il sistema delle fratture rientra nella direzione degli strati e si estingue.

Un altro sistema di fratture in direzione nord-ovest sud-est è sviluppato nella media Val Traversagna. La faglia principale inclina verticalmente fino ripida verso nord-est, i rami laterali inclinano, avvicinandosi così in misura maggiore alla pendenza degli strati, di circa 80° a nord-nord-est.

Menzioniamo ancora una volta le zone di frantumazione nel « Gneiss occhiadino di Melirolo » ed all'orlo della tonalite, come pure i piani di scorrimento nelle faglie delle zone a marmi, specialmente del Passo di S. Iorio e di Val Traversagna (vedi pag. 27 e pag. 9).

## 2. Le rocce della Zona di radici

### Rocce a carbonati ed a silicati di calcio

**M<sub>c</sub> Cariata.** Per la suddivisione tettonica e per la determinazione dell'età di una serie di fenomeni, i giacimenti di carciata rivestono particolare importanza, per il fatto che la loro età è molto probabilmente triasica.

È strano che la carciata non presenti alcuna traccia di metamorfismo e neppure di quello di contatto (il tessuto a cellette è però cristallino), mentre le rocce accompagnatorie di natura calcarea o dolomitica oltre che essere state completamente marmorizzate, subirono persino parziali trasformazioni sostanziali e iniezioni pegmatitiche.

### Affioramenti di carciata:

- 1) Nella Zona Castione-Traversagna: nella parte inferiore di Val Viola (vedi pag. 8);
- 2) nella Zona a marmi di Val di Marco, a sud dei Monti Viff [730.7/119.7] ed a nord-est del P. 1530 nei Monti Laura;
- 3) nella Zona a marmi di Sasso Marcio (vedi Carta spec. III): Sasso Marcio; Val Pium, circa m 200 a sud del P. 1012; ad est dei Monti Cò e soprattutto nella Valle d'Arbedo, alla confluenza dei torrenti provenienti da settentrione dell'Alpe Val Bella e dell'Alpe del Buco. (Qui la Carta topografica è inesatta. Il torrente del P. 1232 sfocia a sud-est di quello di Val Bella e non a nord-ovest.) In questa località, gli strati di carciata, dallo spessore di oltre m 10, si alternano con marmi e gneiss. (A chi non è esperto dei luoghi si può raccomandare come via d'accesso il sentieruccio dalle cascate inferiori dei Monti Cò sino al torrentello. Di qui si segue il letto del torrentello relativamente praticabile.) Questa

cariata contiene al suo bordo settentrionale frammenti angolosi di gneiss, grossi come un pugno, anfibolite e marmo dolomitico; questa zona è da considerarsi presumibilmente come breccia di frizione.

**M, M<sub>k</sub>, M<sub>H</sub> marmi, marmi a silicati, rocce a silicati di calcio, calcari neri searsamente marmorizzati.** Laddove fu possibile furono riportati sulla Carta tutti i giacimenti accertabili di queste rocce, le quali affiorano tanto in nastri quanto in straterelli, dallo spessore di pochi centimetri, ed anche in zone, che in alcuni punti toccano una potenza complessiva di oltre m 200.

Di regola, si tratta, nella parte meridionale della Zona di Bellinzona, di marmi a calcite di un bianco puro, a grana grossa fino a saccaroidi, qua e là con grafite, mica chiara (flogopite) e quasi sempre con scapolite.

Le lenti di marmo sono molto irregolarmente distribuite. La parte settentrionale della Zona di Bellinzona è notevolmente più ricca di intercalazioni di marmo che non la parte meridionale.

Nella parte settentrionale della Zona di Bellinzona le intercalazioni di marmi constano in prevalenza di marmi calcarei cristallini bianchi fino a grigio-bianchi, a grana fine sino a grossolana, più raramente di marmi dolomitici, per lo più con scaglie di grafite, di marmi flogopitici, marmi a silicati con mica, diopside, quarzo, anortite, granato, scapolite; in tal modo si hanno tutti i passaggi dal marmo quasi puro alle rocce più complicate a silicati di calcio del tipo » Granito nero » di Castione (vedi specialmente Bib. 3). Meritano una speciale menzione i marmi ad orneblenda, una roccia bella con regolare chiazzatura di verde, un prodotto del contatto marmo-anfibolite. La struttura del marmo è in generale spiccatamente granoblastica, la tessitura va da massiccia fino a debolmente scistosa di cristallizzazione. Di regola la giacitura è a letti grossolani.

Questi marmi sono prodotti di derivazione di rocce calcaree o dolomitiche, in parte con intercalazioni arenacee ed argillose. La trasformazione si operò sotto pressione ed alta temperatura, in parte con apporto di sostanze (cata-fino a mesozona?). La metamorfosi presenta un aspetto assai strano ed arbitrario; infatti, sovente, nelle rocce a silicati di calcio altamente metamorfiche, si trovano lenti poco alterate ed anche parti maggiori di calcari oscuri debolmente marmorizzati (Zona Castione-Traversagna).

Come esempio del modo di affioramento e di composizione di una zona a marmi appartenente alla sezione sud della Zona di Bellinzona, valga la zona a lenti di marmo che si può seguire dalla Val della Pila [728.9/116.3], per l'Alpe del Buco [729.3/116.5],

l'Alpe Albione fino alla volta di Val d'Albionasca. Questa zona mostra, a circa 150 m a sud-ovest delle cascate dell' Alpe del Buco, da sud a nord il seguente profilo:

Gneiss d'iniezione a biotite e granato

Marmo grigio, ricco di silicati, cristallino a grana grossa, 0,15 m

Anfibolite a plagioclasio, 0,45 m

Pegmatite, 0,05—0,1 m

Marmo bianco, grossolanamente cristallino 1—2 m

Gneiss chiaro, in alternanza di strati con vene di pegmatite e bianchi nastri di marmo, 0,5 m

Detriti.

Ad est dell'Alpe del Buco si trovano solo singoli nastri di marmo, isolati nei gneiss. Sulla parte rocciosa a sud-ovest dell'Alpe Cadinello, circa 400 m a sud delle cascate, si ha marmo dello spessore di circa 15 m; gli fa seguito, verso nord, alcuni nastri di anfibolite in alternanza di strati con marmi; sull'Alpe d'Albione di Sotto appare marmo bianco tabulare altamente cristallino in una lente di appena 5 m di spessore. Fra questa serie di lenti e la cima del Corno di Gesero giacciono ancora in due orizzonti talune intercalazioni di marmo entro cornubianite biotitica, grigia a grana fine, con banchi di anfibolite.

A nord-est del Corno di Gesero furono contati, su di una larghezza di appena 15 m, ben 15 nastri di marmo da 1 cm fino ad 1 m di spessore, i quali sovente terminano a cuneo, si diramano e alternano con cornubianiti e scisti a granato e biotite talora orneblendici o ricchi di quarzo e con gneiss biotitici, oscuri e a grana fine ed anfiboliti biotiche. I marmi contengono orneblenda, attinolute, titanite. Verso nord seguono circa 30 m di ortogneiss, 20 m di paragneiss inietati, alcuni letti di marmo, circa altri 30 m di paragneiss inietati e, quindi, in un tratto di 15 m, molti nastri di marmo dello spessore fino di 1 m.

Numerosi banchi di marmo affiorano ai piedi occidentali dell'Er di Redenet (dorsale ad est di Val d'Albionasca).

Questi esempi ci insegnano che i suddetti giacimenti di marmo debbono considerarsi, con una certa sicurezza, quali normali intercalazioni stratigrafiche nei gneiss. Ma non si può escludere che alcune di queste zone di marmo siano da ritenersi quali separatori dei ricoprimenti.

### Cristallino

**P<sub>g</sub> Pegmatite, A<sub>a</sub> aplite, A<sub>g</sub> aplite granatiferi.\*)** Le pegmatiti sono particolarmente frequenti in due settori, cioè lungo la tonalite e nella tonalite stessa e poi nelle zone a marmi nella parte

\*) L'indicazione «(Alpe d'Albione)» della leggenda vale per l'aplite e non per l'aplite granatiferi.

setentrionale della Zona di Bellinzona; non mancano però completamente anche nella rimanente zona di radici. Sulla carta sono indicati solamente i filoni più vistosi.

Le pegmatiti del bordo della tonalite rappresentano senza dubbio le rocce di seguito della tonalite e del « gneiss occhiadino di Melirolo ». Con quanto più ci accostiamo alla tonalite, altrettanto più frequenti si fanno negli scisti e nei gneiss i filoni coricati di granito, di pegmatite, di granito pegmatitico e di aplite. Particolarmente belle sono le pegmatiti a sud dei Monti Paudò (Foglio Bellinzona) [724.2/114.5].

I filoni di pegmatite della parte settentrionale della Zona di Bellinzona sono larghi da pochi centimetri fino a più metri e lunghi fin'oltre 50 m. Sono specialmente visibili nei marmi; non mancano però nei gneiss, nelle anfiboliti e nelle peridotiti: si tratta di pegmatiti a muscovite e biotite ed a due miche, sovente con tormalina e granato (muscovite fino della grandezza di una mano, biotite in colonne di cm 3—4 di diametro).

Al Motto d'Arbino si rinvenne del berillo di un azzurro grigio-fosco; ce ne deve essere anche altrove.

Le pegmatiti sono, in parte, in filoni coricati, in parte tagliano obliquamente gli strati. I fenomeni di contatto sono particolarmente pronunciati nei marmi: le rocce sono in parte fuse e assimilate e sovente trascinate. (Buoni e frequenti affioramenti al bordo sud della zona a marmi di Valle d'Arbedo fino in alto, verso l'Alpe Val Bella P. 1598, come pure nel territorio tra Val di Montoi e Val Traversagna). Nei gneiss, il contatto si riconosce più difficilmente: nei punti di contatto si nota abbondanza di biotite e granato, e l'aspetto della struttura è cornubianitico.

Nelle anfiboliti e nelle peridotiti le pegmatiti contengono per lo più orneblenda ricristallizzata con struttura a vaglio. Accanto e nelle peridotiti appaiono letti e noduli che sono composti quasi esclusivamente di biotite (Ganna Rossa, ed a sud del Corno di Gesero).

È nota l'aplite a granato dell'alta Val di Grono, che affiora in un filone coricato di uno spessore di alcuni cm fino a 40 m nei paragneiss della Zona di Roveredo e che è sempre accompagnata da anfibolite; il che lascierebbe supporre che essa sia in relazione con quest'ultima dal punto di vista genetico. La suddetta aplite granatifera è molto ricca di quarzo e contiene feldspati albitici e granati idioblastici, regolarmente ripartiti, aventi la grossezza di una capocchia di spillo.

Quanto all'età delle pegmatiti ecc., ecco quanto possiamo dire: tutte le rocce filoniane che accompagnano la tonalite, le sono

o contemporanee, o solamente un poco posteriori: quindi, secondo le teorie, oggi in voga, esse debbonsi ritenere di età terziaria.

Certamente terziaria è una parte delle pegmatiti del settore settentrionale della Zona di Bellinzona, perchè i marmi triasici e mesozoici del Sasso Marcio-Arbino, del Vallone (Foglio Bellinzona), della Chiesa Rossa-Tabiò, della Valle d'Arbedo sono solcati dalle pegmatiti, le quali sono però anteriori agli ultimi movimenti tettonici della orogenesi alpina, che colpirono tanto le pegmatiti quanto le rocce più antiche. In complesso, le pegmatiti sono da interpretarsi come la fase di chiusura della iniezione salica.

Presumibilmente affiorano pure pegmatiti ed apliti di data anteriore: come tali sono considerate le pegmatiti ad est di Val di Grono e le apliti dell'Alpe d'Albione, a nord-est del Corno di Gesero.

**T Tonalite.** La tonalite contiene, accanto ai suoi componenti essenziali, quarzo, plagioclasio (oligoclasio-andesina), orneblenda verde-oscuro e biotite nera, nonché numerosi mucchietti di epidoto, rispettivamente clinozoisite, in cristalli idiomorfi, i quali presumibilmente rappresentano un componente accessorio-primario; poi titanite, zirconio, ortite ed ortoclasio (analisi ved. Bib. 4). La tessitura è per lo più gneissica e grossolanamente tabulare. Massiccia e senza direzione fissa la tonalite affiora sul sentiero che va dal Rifugio Gesero (P. 1991, Motto della Biscia) [730.7/115.4] al passo di S. Iorio. Talvolta la struttura ordinariamente granitico-granulare si fa porfirica per causa della orneblenda, della grossezza fino a due centimetri (sotto l'Alpe Pisciarotundo [728,6/115.5]). In Val di Melirolo si hanno bei affioramenti che sono facilmente accessibili. Tanto la tonalite quanto i gneiss che la circondano contengono numerose pegmatiti, apliti e filoni di granito (ved. pag. 16—17). Da nessuna parte furono osservati lamprofiri.

A proposito del contatto della tonalite con i gneiss della Zona di Bellinzona ved. pag. 12.

**T<sub>M</sub> «Gneiss occhiadino di Melirolo».** Circa la sua diffusione vedi pag. 12. È un gneiss grigio-oscuro fino a grigio-nero, sovente con grandi occhi — 1–2 cm — di andesina oligoclasica, idiomorfa, spesso geminata, a struttura zonare, con biotite fibrosa ed alquanto quarzo, il quale si presenta perlopiù in aggregati granulari di forma allungata. La tessitura è alquanto massiccia, però grossolanamente tabulare. Sovente racchiude letti di scisti e di gneiss, in parte anche anfiboliti.

Il bordo del gneiss presenta spesso un'alternanza di strisce diritte chiare ed oscure, larghe da 1 cm sino ad oltre 1 m. Le

strisce chiare trapassano in letti e filoncelli di aplite con file di grossi feldspati e fanno passaggio ad aplite granatifera con muscovite, a grana minuta. In alcune località, l'orlo aplitico del gneiss occhiadino ha una potenza di oltre 10 metri; in altre località manca affatto. I letti di aplite e quelli rari di gneiss occhiadino si trovano molto spesso nelle serie di rocce confinanti: per contro non si trovarono mai, nè nei gneiss occhiadini, nè negli scisti del Tonale, le iniezioni granitico-pegmatitiche tanto caratteristiche per la Zona di Bellinzona.

**GO**     **Ortogneiss a biotite e a due miche.** Esso è molto analogo al gneiss ticinese di Claro-Osogna, per lo più a grana media fino a grossa e nettamente scistoso, a volte quasi aplitico. Ortogneiss quasi massicci affiorano ad est dell'Alpe della Costa [727.4/116.2]. L'orto-gneiss si presenta in letti allungati ed in lenti. Giacimenti più notevoli: a sud della Corte Rodas [729.6/118.5], e ad est di Frascocella [732/118.6]. Gli ortogneiss della Zona di Bellinzona sono parzialmente iniettati e fanno passaggio, con certa frequenza e senza limite netto, a paragneiss di iniezione.

**GO<sub>a</sub>**     **Gneiss occhiadini e lenticolari.** Nel settore meridionale della Zona di Bellinzona affiorano gneiss occhiadini poco ben caratterizzati e gneiss lenticolari alquanto grossolani (a nord di Carmena [725.4/115.1], a nord dell'Alpe Croveggia [727.6/115.4], a sud-est del Corno di Gesero [731.5/115.4]).

**GO<sub>t</sub>**     **Ortogneiss per lo più biotitico** (nord-est di Val Traversagna). Si tratta di gneiss perlopiù tabulari, a grana media sino a minuta, a grana più grossa al Sasso della Guardia [734.5/120.2]. Analoghe rocce si hanno nelle Zone di Arbedo e di Bellinzona.

**GI<sub>A</sub>**     **Gneiss d'iniezione, in prevalenza ortogneiss** (Zona di Arbedo). Gneiss biotitici uniformi, e un pò meno diffusi gneiss a muscovite e biotite venati o a letti con rare anfiboliti. Di solito presentano chiara scistosità di cristallizzazione, a grana piuttosto fine, sino a media, più raramente grossa. Gneiss in banchi grossi o tabulari si alternano con masse omogenee più rilevanti. Le innumerevoli vene aplitiche e aplitiche-pegmatitiche ed i pieghettati listoni contengono, non di rado, ben circoscritti porfiroblasti di orneblenda oscura, in prevalenza di natura poichiloblastica. Si tratta evidentemente di materiale ricristallizzato di anfiboliti fuse. Anche i complessi nodulari ed i banchi di gneiss oscuri ad orneblenda e biotite che qua e là affiorano nella Zona di Arbedo debbonsi attribuire con ogni probabilità a fusioni di anfiboliti.

Le pegmatiti contengono qua e là feldspati rossicci, analoghi a quelli del granito di Baveno. Un buon affioramento è nella

cava di S. Paolo, a sud di Molinazzo (Foglio Bellinzona) [723.7/118.6].

**GI** **Gneiss d'iniezione, in prevalenza paragneiss.** Sono gneiss più o meno iniettati, il cui habitus e la cui combinazione mineralogica ci insegnano che siamo in presenza di un materiale originario di provenienza sedimentare. A questo gruppo di rocce però furono attribuiti anche alcuni minuscoli affioramenti di ortogneiss come pure taluni di gneiss poco o niente affatto iniettati, i quali non possono essere nettamente separati dalle rocce finitime iniettate.

I paragneiss iniettati, di regola, offrono un tenore piuttosto notevole di mica associata ad una forte scistosità; nel loro piano di rottura principale sono completamente rivestiti di lenti a muscovite ed a biotite. Certi gneiss oscuri sono largamente diffusi; nella loro rottura principale hanno lucentezza sericea e contengono distene, sillimanite e granato. Quando i gneiss sono molto ricchi di questi silicati di alluminio, allora sono distinti come

**GI<sub>a</sub>** **Gneiss d'iniezione ricchi di granato, distene, sillimanite.** Affioramenti particolarmente nel settore settentrionale della Zona di Bellinzona.

**GI<sub>gr</sub>** **Gneiss granatiferi,** in parte con habitus di ortoderivati, furono distinti nella Zona di Roveredo.

**GI<sub>c</sub>** I gneiss **cloritici** si trovano quale rocce accompagnatorie e membri intermedi della Zona a marmi di Castione-Val Traversagna, disposti a letti, dallo spessore di pochi centimetri, fino a m 20. Piuttosto sovente essi contengono anche orneblenda, muscovite e biotite. Hanno una netta scistosità di cristallizzazione e si rompono in lastre. Specialmente se li osserviamo nella loro rottura trasversale, ci danno l'impressione di ortogneiss.

**G** **Paragneiss.** I paragneiss sono stati distinti solo nelle Zone di Roveredo e di Bellinzona. Essi sono per lo più scisti e gneiss biotitici (muscovitici) più o meno granatiferi, di colore grigio-bruno fino a bruno oscuro: in parte, sono gneiss tabulari, più o meno ricchi di mica, con filoncelli, lenti e letti di quarzo. La sillimanite è un componente quasi sempre presente; i gneiss granatiferi contengono sovente distene. Le rocce d'origine di questi paragneiss, come pure dei paragneiss d'iniezione erano scisti argillosi-arenacei, ed arenarie argillose.

I paragneiss che, particolarmente nel settore nord della Zona di Bellinzona, accompagnano le zone a marmi, sono, in parte, gneiss a biotite ed a due miche, con aspetto arenaceo di disaggregazione, piuttosto a grana fine, assai sovente iniettati, qua e là



con molto granato e distene; in parte, rocce micacee-quarzose più chiare o di un color violetto-oscuro, compatte e molto tenaci, sovente tabulari e con letti di quarzo. Vi dobbiamo poi aggiungere tutti i passaggi alle rocce a silicati di calcio.

Non si conoscono gneiss conglomeratici in posto; però nella Val Traversagna, appena al di sopra della confluenza di Val di Marco, si rinvennero blocchi che presentavano una vaga tessitura a conglomerato.

**G<sub>ph</sub>** Paragneiss, micascisti, grigi, bruni, sovente dall'aspetto di cornubianiti, quarzosi, con abbondante granato e distene, furono unicamente distinti nella Zona di Roveredo. La loro delimitazione dai gneiss a granato (G<sub>Igr</sub>) è incerta.

**ST Serie del Tonale.** Nel suo assieme la serie del Tonale è un complesso isomeccanico omogeneo; presa invece nelle singoli parti risulta composta di elementi molto eterogenei. La massa principale della serie del Tonale consta di scisti biotitici fino a muscovitici, oscuri sino a chiari, in parte con clorite, più raramente con granato e staurolite; sulla faccia di rottura principale, la roccia ha in generale una viva lucentezza, su quella della rottura trasversale appaiono in modo evidente gli aggregati di quarzo-feldspato. Si devono aggiungere gneiss biotitici grigi fino a bruni, per lo più a grana minuta, sovente a pieghettatura ondulata e con occhi bianchi di feldspato ben definiti, aventi fino la grossezza di un pisello; gneiss quarzosi e con abbondante mica e quarziti micacee, in parte bianche, verdognole, brune, letti di quarzo da alcuni cm fino ad alcuni dm di spessore, scisti neri grafitici (milonite?), scisti anfibolici ed anfiboliti, in letti da 1 cm fino ad alcuni metri di spessore, però sempre lenticolari e sovente pieghettati, strati compatti di marmo saccaroide molto sparsi e raramente dallo spessore fino ½ m (in parte, probabilmente trascinati dal Trias del Iorio) e scarse lenti sottili di un calcare nero siliceo. Nel settore settentrionale si osservano sovente intercalazioni aplitiche del « Gneiss occhiadino di Melirolo ». Le anfiboliti ed in parte anche i gneiss quarzosi chiari sono probabilmente ortoscisti trasformati.

La Serie del Tonale fu molto coinvolta dal punto di vista tettonico, e verso la periferia si presenta fortemente frantumata e milonitizzata.

Come esempio della composizione eterogenea della serie del Tonale serva il profilo preso sulla strada tra Val di Melera e Carena.

- 1) Circa m 50 a nord della strada, « Gneiss occhiadino di Melirolo » con intercalazioni di micascisti;
- 2) gneiss biotitico, bruno, tabulare, in parte, con occhi di feldspato della grossezza di un pisello, 15 m, dir. N 65°E, incl. 70° N;

- 3) scisti muscovitici, chiari fino a grigio-bruni, m 9;
- 4) gneiss scistosi muscovitici, bruni, a grana fine, m 6;
- 5) scisti muscovitici ondulati, 8—9 m, Morene 12 m;
- 6) anfibolite, m 2;
- 7) scisti muscovitici ondulati, m 20;
- 8) anfibolite  $\pm$  0,5 m;
- 9) scisti biotitici, bruni, a grana fine, m 6;
- 10) gneiss scistosi muscovitici, grigio-chiari fino a giallastri, a grana fine, m 5, dir. N 69° E, incl. 58° N;
- 11) gneiss scistosi biotitici, grigi, a grana fine, con letti di quarzo, m 3;
- 12) gneiss schiacciati, di color ruggine, 0,1—0,5 m;
- 13) gneiss biotitici a grana fine sino a cornubianite, grigi, con colorazione rossa di alterazione, bene stratificati, ma compatti, m 15;
- 14) anfibolite bene stratificata, m 4;
- 15) scisti muscovitici ondulati con letti di anfibolite, affioranti circa m 15, dir. N 60° E, incl. 80°—85° N. Morena circa m 50;
- 16) lenti di marmo dolomitico,  $\pm$  0,3 m;
- 17) scisti anfibolici pieghettati, scisti bruni, scisti quarzosi, in alternanza, m 10;
- 18) filone di quarzo, con solfuri, m 0,7;
- 19) come al n. 17, m 12;
- 20) scisti muscovitici grigi, m 30;
- 21) scisti grigio-bruni, schiacciati, con lenti di marmo, alcuni metri, dir. N 53° E, incl. 70° N;
- 22) anfibolite, friabile, schiacciata, m 5 (lente) (discordanza, ramo della linea Iorio-Tonale);
- 23) scisti muscovitici, grigio-chiari, m 6, dir.  $\pm$  N 102° E, incl. 70° N;
- 24) scisti bruni biotitici-muscovitici, schiacciati con distorsione, alcuni metri, poi morene.

Le rocce quarzose sono rare in questo profilo: esse abbondano piuttosto verso est, per esempio a nord del passo di S. Iorio.

**G Grafite, scisti grafitici.** Una zona di scisti grafitici, persino dello spessore di m 10, incomincia in Val di Marco per proseguire oltre i Monti di Solc [731/119,5] e ad ovest dei Monti Morera [731.5/119.5] fino nelle vicinanze dell'Alpe d'Aiano. Ad ovest di Rotonda, la grafite esiste in parecchi orizzonti. Nella Val Traversagna la zona di scisti grafitici segue la faglia, cosicché essa è in parte schiacciata, mentre in altri posti vi sono incastrati blocchi di grafite aventi quasi la grossezza di m<sup>3</sup>. Un blocco contenente grafite relativamente pura giace nel canale ad ovest dell'Alpe d'Aiano. La grafite è, in parte, piuttosto pura; in prevalenza fu però inquinata da una mica chiara e da un granato rosaceo, idiomorfo. La grafite esercita nella zona summenzionata, di preferenza, la funzione di materiale lubrificante, frammezzo le molte lenti di gneiss e di quarzo. I tentativi di

sfruttamento iniziati durante la guerra, a Morera, furono tosto abbandonati.

**A<sub>m</sub> Anfiboliti.** Quelle riportate sulla carta sono principalmente: anfiboliti a plagioclasio, a granato, a biotite, ad epidoto e zoisite; esse presentano passaggi a scisti attinolitici-orneblendici ed a massicce orneblenditi, che alla loro volta fanno transizione alle peridotiti.

La carta è ben lontana da indicare tutti i giacimenti di anfibolite; si limita a segnalare quelli di maggior potenza. Le anfiboliti sono particolarmente frequenti nella Zona di Bellinzona, di preferenza nei gneiss ritenuti di origine sedimentaria. Anche nella Serie del Tonale non fu possibile distinguere le frequenti lenti anfiboliche.

Le anfiboliti affiorano sotto forma di letti e lenti nei gneiss: talvolta sono nettamente separate dalle rocce che le accompagnano, talora invece passano gradatamente ai gneiss.

L'anfibolite normale a plagioclasio è piuttosto di grana fine (circa 1—2 mm diametro medio della grana), grano- sino a nematoblastica, con circa 50—60% di plagioclasio, uniformemente chiazzata di chiaro-oscuro. Abbondano pure le varietà nere, a grana più fine; più rare sono le anfiboliti a grana grossa con orneblenda della lunghezza di 1—2 cm che si trovano entro una massa di fondo di plagioclasio, o di plagioclasio ed orneblenda. Queste anfiboliti grossolane sono sempre massicce. Ecco alcuni giacimenti: nell'alta Valle d'Arbedo, in Val Traversagna, a sud di Rotonda. Anfiboliti listate e macchiate sono alquanto frequenti. Le anfiboliti a plagioclasio affiorano in masse lenticolari e sovente in letti allungati. I singoli affioramenti si lasciano ordinare in zone, come i marmi che frequentemente li accompagnano.

L'anfibolite granatifera si presenta sotto forma di noduli e di chiazze nelle anfiboliti a plagioclasio, dalle quali non è nettamente separata. Essa affiora abbastanza frequentemente in vicinanza delle pegmatiti e delle vene pegmatitiche ed aplitiche, le quali solcano le anfiboliti. Ecco alcuni giacimenti che si possono con facilità raggiungere: sulla strada a nord dei Monti della Tagliada [725.4/118.4] e tra Monti di Malmera-Tabiò (Foglio Bellinzona).

Anfiboliti ad epidoto sono relativamente rare. Giacimenti: Valle di Arbedo, a sud del P. 584 [725/119]; ad est del Monte Orbello (vera e propria epidosite) [726.5/118.5], sul sentiero per i Monti Cò.

Troviamo belle anfiboliti a zoisite in Val di Grono, sull'Alpe Cauritto [736.5/120.3].

La potente anfibolite a nord del Motto della Conca [725/118] mostra tutti i passaggi dal gneiss anfibolico, attraverso l'anfibolite,

agli scisti attinolitici. In Val Taglio questa zona ad anfibolite (carta speciale III), racchiude nel suo seno scisti anfibolici, dello spessore di m 1—2, in parte, con orneblenda bruna (gedrite). Queste rocce contengono disteni e corindoni rossastri fino della grossezza d'una capocchia di spillo. Analoghi scisti a corindone si hanno nel contatto delle anfiboliti e delle peridotiti di Caldolcia [730/117.6] e sul sentiero tra Val d'Albionasca e Val di Roggiasca.

Si trovano chiari scisti attinolitici quarzosi per esempio all'orlo della lente di peridotite dell'Alpe d'Aiano [735.3/117.5], a sud del Corno di Gesero, a sud-est dell'Alpe di Gesero, a sud dell'Alpe Pisciarotundo [728.8/115.5], al contatto con la tonalite.

**0 Rocce oliviniche, pirosseniti.** Sotto questa denominazione sono pure riuniti sulla carta orneblenditi, scisti attinolitici ed anfiboliti di poca entità che sono in stretta connessione con le peridotiti e le pirosseniti.

Le rocce ad olivina, duniti, sono di aspetto fresco, di lucentezza oleosa, di durezza vitrea; spesso alla superficie ed entro le fessure sono serpentinnizzate. Nessuna vera serpentina affiora sul Foglio Iorio, a nord della Linea Iorio-Tonale. La roccia ad olivina appare in masse dall'aspetto lenticolare le quali, qua e là, si trasformano in letti molto allungati; in parte, essa forma l'intera massa di questi complessi, in parte, solo il nucleo di una massa ad anfibolite-orneblendite, oppure presenta solo da un lato un'orlatura d'orneblendite e di anfibolite a plagioclasio.

Anche la pirossenite affiora in masse e lenti, ma più raramente che non la roccia olivinicca. Giacimenti: ad est dei Monti Loga [726.5/119.5], in Val di Montoi [727.5/119.5], in Val di Tri [729.5/119.5] a sud-ovest dell'Alpe di Gesero [728.9/115.8]. L'affioramento ad est del P. 1541 in Val Rescignaga è costituito di olivinite, pirossenite ed anfibolite.

---

## B. REGIONE A SUD DELLA LINEA IORIO-TONALE, ZONA INSUBRICA

### 1. Cenno sulla tettonica della Zona insubrica e sulla milonitizzazione lungo la Linea Iorio-Tonale

di M. REINHARD

(Schizzo 1:50 000, Tav. III)

Alquanto a nord del profondo solco di erosione della Morobbia, si estende, in direzione ovest-est, attraverso tutta l'area della carta, procedendo da Carmena fino al Passo di San Iorio, una delle più importanti linee di dislocazione delle Alpi, la **Linea Iorio-Tonale**. Essa separa il territorio della zona di radici (a nord) dalle montagne insubriche (a sud). Si tratta propriamente non di una linea, ma di una zona di dislocazione della larghezza di 1—2 km, il cui confine settentrionale è tagliato nettamente dalla serie del Tonale, e, per conseguenza, ha potuto esser segnato sulla carta mediante una linea di dislocazione; la zona stessa però va lentamente perdendosi verso sud, nel Massiccio insubrico. In questa zona le rocce furono sovente laminate in una caotica macro-fino a micro-breccia, mentre che la serie del Tonale presenta pieghettature e scistosità soltanto nel contatto immediato lungo la Linea Iorio-Tonale.

Anche a sud di questa zona di dislocazione, il cristallino insubrico è disordinatamente piegato ed i gneiss sono più o meno fortemente milonitizzati. Accanto ad alternanze di natura primaria dei diversi gneiss, appaiono formazioni di scaglie e rimaneggiamenti. Delle innumerevoli zone strette di miloniti che solcano i complessi montuosi abbiamo indicato solo quelle che possono essere seguite su tratti maggiori. A nord dello Scigno di Poltrinone e del Camoghè è manifesta una « piega a laccio ». Solamente nel territorio della cresta di confine, la giacitura assume forme più pacate. Fra il Camoghè ed il Monte Garzirola\*), l'inclinazione è di 50—60° a sud fino a sud-sud-est; a sud del Monte Garzirola, i gneiss sono poco disturbati e piegati in direzione est-ovest. Immediatamente a nord-est del Monte Garzirola, la direzione si volge verso nord-sud e nord-nord-est; al Motto della Tappa essa è completamente confusa; ma i gneiss di Giumello ad est della Valletta hanno nuovamente direzione nord-sud meno mossa ed inclinano di 40—70° ad est.

\*) Chiamato Monte Gazzirola dagli indigeni.

In uno schizzo cartografico speciale (Tav. III) abbiamo sommariamente indicati l'estensione, il modo ed il grado di intensità delle deformazioni postcristalline. Nella zona di dislocazione a sud della Linea Iorio-Tonale, gli ortogneiss appaiono prevalentemente brecciosi, scistosi, pieghettati, solcati da specchi di faglia e sovente fortemente cloritizzati. Questi ortogneiss furono pure pieghettati e rimaneggiati assieme ai paragneiss e, più raramente, assieme ad anfiboliti. I sentieri che da Carena e da Carmena conducono nella gola della Morobbia, nonché i canali di Val di Ruscada, di Val di Melera e di Val di Melirolo, i quali, procedendo da nord, sboccano nella valle principale, ci permettono di fare un buon concetto di queste deformazioni postcristalline, effettuate sotto carico di poca importanza. Nelle vicinanze del ponte sulla Morobbia di Carmena, si può osservare una zona di gneiss misti, stipata con particolare intensità e piegata in ogni senso (gneiss di iniezione aplitica con intercalazioni di anfibolite).

Nella Val di Carena, sul sentiero presso l'affioramento di cariata (300 m ad est di Carena) s'incontra una breccia grossolana, fatta di svariate rocce, in forma di lenti e di blocchi. Quasi ogni sprone roccioso emergente dal pendio erboso è diverso dai suoi vicini. Ortogneiss lenticolari sino a scistosi, gneiss cloritico-sericitici, gneiss cornubianitici, quarziti, cariata, filladi grigio-verdastre e breccie milonitiche s'incontrano qui, su spazio relativamente limitato. A monte del torrente, sino all'incontro con gli scisti del Tonale, predominano orto- e paragneiss grigio-verdi, milonitici, solcati in ogni direzione da una fitta rete di specchi di faglia. Analogamente in Val di Giggio, appena sopra la confluenza della Valletta, i gneiss orto fino a misti sono densamente stazzonati, pieghettati, resi scistosi, tutto pervasi di zone milonitiche e di specchi di faglia. Una intensa formazione milonitica e brecciosa contraddistingue parimenti il versante meridionale della Morobbia, fra il bordo occidentale della carta e la Valletta, ed anche lungo i due versanti della Valletta.

Persino i calcari e le dolomiti della zona triasica Iorio-Carena sono stati coinvolti nelle formazioni delle scaglie. Lo zoccolo cristallino nel suo immediato contatto venne laminato in scisti milonitici neri ed in breccie tettoniche; nell'interno del Trias si trovano, qua e là, scaglie di miloniti calcarifere e gneissiche.

Le deformazioni postcristalline dei gneiss di Stabiello e la formazione delle numerose strette zone di milonite si saranno effettuate sotto un carico più importante. L'intensissima milonitizzazione dei gneiss di Stabiello è particolarmente visibile sulla cresta di confine, al Motto della Tappa. Non è ancora definitivamente stabilito se le filladi intercalate nel monte Garzirola corrispondano a scisti ultramilonitici.

Riportiamo qui alcuni bei esempi scelti fra le innumerevoli strette zone di milonite, così come appaiono nella topografia, lungo i solchi torrentizi e nei canali di valanga: a sud di S. Antonio, presso Costa dell'Albora; solco torrentizio ad est dei Monti Pisciarotto; Alpe Pisciarotto; inoltre le zone a milonite dall'alta Valletta allo Scigno di Poltritone, sul versante est della Valletta e da Al Buco al Motto della Tappa. La roccia caratteristica di questa zona a milonite è un'ultramilonite grigio-oscuro fino a nera, fitta, compatta fino a scistosa. I paragneiss mostrano forte tendenza alla milonitizzazione; le anfiboliti sono oltremodo resistenti.

I movimenti postcristallini sopra descritti sono probabilmente una conseguenza dell'orogenesi alpina. A seguito dello stiparsi dello zoccolo insubrico contro la zona a radici settentrionale, effettuati in virtù di spinte tangenziali, andarono formandosi scaglie, pacchetti di gneiss milonitici (gneiss di Stabiello) ed infinite strette zone a milonite. Con H. P. CORNELIUS possiamo anche noi ammettere che la Linea Iorio-Tonale è da attribuirsi a movimenti verticali. Se si tratti di spostamenti ripidi della zona di radici al di sopra del massiccio insubrico, o invece di uno scorrimento della zona insubrica al di sotto della regione di radici, è una questione tuttora insoluta. La laminazione caotica delle rocce nella regione a sud della Linea Iorio-Tonale, larga da 1—2 km, è da ascrivere a questa doppia deformazione: spinta cioè tangenziale durante il corrugamento alpino, scorrimento verticale al termine di questo.

## 2. Le rocce della Zona insubrica

### Zona triasica del Passo di S. Iorio

di P. KNOBLAUCH

(Tav. IV)

Gli affioramenti triasici della Val di Carena fino al Passo di San Iorio fanno immediatamente passaggio, verso sud, alla Linea Iorio-Tonale. Fatta astrazione di frantumazioni e di laminazioni di natura locale, le rocce triasiche non sono metamorfiche, trovandosi così in contrasto con tutte le rocce a carbonati appartenenti eventualmente al Trias a nord della Linea Iorio-Tonale. La zona triasica si lascia seguire dal Passo di S. Iorio, fino a Carena, eccezione fatta di alcune lacune dovute alla presenza di una coltre morenica. Ad ovest di Carena mancano notevoli affioramenti triasici; solamente talune sottili masse raschiate di dolomite e calcare, sovente marmorizzate, e poste entro la zona di dislocazione della Linea Iorio-Tonale, fanno pensare ad una prosecuzione della zona triasica verso occidente.

Nessun affioramento entro i limiti della carta presenta una completa serie di strati, la quale può unicamente essere ottenuta combinando parecchi profili. La determinazione dell'età dei singoli livelli è incerta e si basa solo su comparazioni di natura litologica con il Trias delle Alpi Meridionali ed Orientali.

H. P. CORNELIUS (Bib. 1) ha paragonato il Trias del Iorio a quello dei ricoprimenti austro-alpini medii e superiori ed a quello delle Alpi Meridionali; specialmente con quest'ultimo esso presenta stretti rapporti.

**Werfeniano** (dubbio): non è distinto sulla carta. Vedi Tav. IV profilo 2 e 5. Si tratta di scisti a clorite e muscovite e di quarziti granatifere verde-oscuere fino a grigie, di lucentezza oleosa con nastri e noduli di marmo finemente cristallino (circa 20 m).

H. P. CORNELIUS accenna di aver trovato ad est del Passo di S. Iorio, all'orlo meridionale della zona a Trias, potenti scisti a conglomerato che egli paragona al Verrucano ed agli scisti di Werfen.

**t<sub>2k</sub> Anisico.** Si tratta di dolomite in alternanza con sottili banchi di scisti argillosi violetti e verdi, sormontati da dolomite gialla e bruniccia, pro parte arenacea e lenticolare. 10—15 m.

**t<sub>2</sub> Anisico.** Dolomite oscura bituminosa, in parte con membrane argillose brune o rosse e, nella parte media, con cornubianiti nere, ca. 80 m; poi, al di sopra, calcari in lastre esili, grige (conlumachelle) e scisti calcarei, al massimo 40—50 m.

Passaggio, per alternanza di strati, al Ladinico.

**t<sub>3</sub> Ladinico.** Questo livello incomincia con calcare lastri-forme blu-nero della potenza di alcuni metri, venato di calcite e spesso con chiazze e noduli giallastri di natura dolomitica, con colorazione di alterazione grigia. Seguono poi dolomiti le quali sono spiccatamente disposte in istrati relativamente sottili (spessore degli scisti 10—30 cm, più raramente 50 cm), alquanto chiari, con colorazione di alterazione giallastra fino a grigio-rossastra. La parte mediana ha intercalazioni di un calcare nero, finemente tabulare, a inclusi nodulari ed a lenti di dolomite giallastra. La dolomite mostra, qua e là, una patina argillosa, rossa; gli ultimi metri in alto sono più oscuri; circa 50 m.

Sopra questa dolomite segue un'altra dolomite, pro parte in grossi banchi, pro parte massiccia, conformata a scogliera, grigio-giallastra, più raramente alquanto oscura, venosa, chiazzata. Vi è predominante la colorazione grigio-chiara di alterazione, qua e là non mancano letti dal colore giallo-rossiccio di alterazione e patine argillose rosse.



**t<sub>4</sub> Carnico.** La base è formata di una dolomite ben stratificata in banchi più o meno grossi, grigia fino quasi nera con patine di argilla lungo i piani di stratificazione e con esili intercalazioni scistose. Il colore di alterazione è grigio sino a grigio-giallastro ruvido; 5 m. Poi seguono scisti dolomitici, arenacei o compatti, grigio-giallastri fino a grigio-azzurri o quasi neri, con colorazione di alterazione rosso-ruggine. Si spezzano in forme nettamente romboedriche, friabili, fogliettate; alcuni metri.

**t<sub>4r</sub> Carnico (strati di Raibl).** Cariatata. La stratificazione si rivela solo raramente. In parte con dolomite rossiccia o biancastra, saccaroide. Particolarmente nel suo bordo settentrionale contiene frantumi angolosi di dolomite, anfibolite e gneiss, provenienti dagli scisti del Tonale, e corrisponde ad una breccia di frizione; 30 m.

**t<sub>5</sub> Norico.** Dolomite bianca, grossolanamente cristallina, in banchi, con colorazione di alterazione grigio-gialla, con dentriti e punti neri; m 5. Al di sopra abbiamo una dolomite bianco-giallastra, brecciosa, saccaroide (5 m) e, da ultimo, una dolomite finemente cristallina, bianca come gesso, in banchi nodulari che si altera assumendo colorazione grigio-bianca.

### Cristallino

di M. REINHARD

**GO' e GO' A Ortogneiss e gneiss misti con predominanza di materiale orto.** Nella Zona insubrica compresa nella nostra carta, gli ortogneiss appaiono solamente in complessi limitati. Una stretta zona in prevalenza di ortogneiss, fa passaggio, verso sud, alla Linea Iorio-Tonale (Val Morobbia). Sul bordo occidentale del Foglio essa assume il suo più potente e più uniforme sviluppo. Anche la milonitizzazione che esiste altrove in ortogneiss congeneri, è qui ridotta al minimo. In questa zona ad ortogneiss prolungantesi verso est fino in Val Giggio, si aprono i burroni della Val Maggina inferiore e della Valle Morobbia, a sud di S. Antonio, che per alcuni tratti sono inaccessibili. Più precisi ragguagli sulla composizione e sulla deformazione postcristallina subita da questa zona tutt'altro che omogenea, si trovano a pag. 25—26.

Gli altri giacimenti di ortogneiss prendono forma di lenti poco estese e di lastre. In Val Maggina (a sud di Carmena) affiora una di cotali lenti presso Costa del Albora; un'altra è visibile alquanto più a monte, presso l'Alpe dei Fonti. Il pendio meridionale del Camoghè è formato di una piastra di gneiss misto, di poco spessore; altre sottili intercalazioni di gneiss misto ad ornblendia si trovano sulla cresta sud-ovest e nella parete nord del Camoghè. Sul versante est dell'alta Valletta una lente di ortogneiss

si estende dall'Alpe Valletta, passando per Al Buco, fino alla cresta di confine, e più oltre in territorio italiano. Al sud di Carena, fra i Monti Pisciarotto e la Motta Grande incontriamo, in numero piuttosto rilevante, lenti di ortogneiss e di gneiss misto di ristretto sviluppo.

Nonostante la ridotta dimensione dei summenzionati giacimenti di gneiss misti e di ortogneiss, il loro contenuto viene sottoposto a forte e, sovente, graduale cambiamento, tanto per quello che concerne la tessitura quanto per quello che riguarda il tenore minerale. Gneiss biotitici ed a due miche, lenticolari, a fibra grossa fino a minuta, si alternano con gneiss muscovitici ed aplitici, sottilmente lenticolari fino a scistosi, a grana fine. Le varietà ad orneblenda sono rare (al Camoghè ed a sud di Carena). È comune a tutte un tenore di feldspato potassico, per lo più microclino, il quale assume le maggiori proporzioni nei gneiss aplitici. I limiti verso la roccia finitima sono sovente oblitterati. Per via della diminuzione della grossezza della grana e per via della scomparsa del feldspato potassico, gli ortogneiss fino a gneiss misti fanno passaggio ai gneiss muscovitici scistosi, che li circondano (gneiss di Giumello) oppure ai gneiss a due miche con occhi di feldspato.

#### **Gneiss misti con predominanza di materiale para fino a paragneiss**

**GI' Gneiss scistosi muscovitici con silicati di alluminio (gneiss di Giumello).** La roccia che prende il nome dal Mottone di Giumello (un monte della cresta di confine a sud-ovest del Passo di S. Iorio) è un gneiss albitico-muscovitico scistoso lenticolare, dalla lucentezza argentea, a grana minuta, con frattura di scistosità piana, più raramente ondulata, nodulare, e con colorazione di alterazione rosso ruggine. Accanto alla muscovite appare, di spesso, la biotite più o meno cloritizzata. I componenti principali più diffusi sono andalusite, distene (più raro), staurolite e granato, i quali, del resto, di frequente, sono quasi completamente trasformati in mica. Dove il gneiss è solcato di veri sciame di lenti e filoncelli di quarzo, appaiono in noduli piuttosto grossi, andalusite con quarzo ed albite, o distene adunato con quarzo. In sezione sottile l'albite si mostra crivellata di quarzo ed ai summenzionati minerali bisogna aggiungere ancora talune minuscole tormaline e, più raramente, cordierite. Nelle rocce presso l'Alpe Giumello si riscontrano, con certa abbondanza, noduli di silicato di allumina. Per via della loro maggiore resistenza meccanica, i noduli di andalusite e di distene si sono estesi fino nei detriti della Valletta e dell'alta Val Maggina, dove si trovarono anche noduli di andalusite della grandezza di un pugno e noduli quarzosi a distene ancor più grossi; i cristalli di distene poi erano larghi fino 3 cm e

lunghi 10 cm. Gli affioramenti offrono grande analogia con quelli del cristallino della Silvretta. Nel gneiss di Giumello si sviluppano saltuariamente porfiroblasti di albite, e la roccia fa passaggio ad un gneiss nodulare ad albite. Il gneiss di Giumello dovrebbe essere l'equivalente del gneiss nodulare ad albite (H. P. CORNELIUS) della Catena Orobica.

Grazie ad un maggiore tenore di feldspato, il gneiss di Giumello può gradatamente far transizione ad un ortogneiss; se diminuisce la grossezza della grana ed il tenore in muscovite, allora può far passaggio ai paragneiss e, finalmente, grazie ad una laminazione, può passare a gneiss milonitici (gneiss di Stabiello). Molto diffusi sono i passaggi a questi due ultimi gneiss e la mutua alternanza nelle stratificazioni; la loro distinzione sulla carta rimane però spesso arbitraria. Si dovette rinunciare del tutto a distinguere i tipi di transizione.

L'affioramento dei gneiss di Giumello si limita principalmente a due aree separate. La prima, a carattere veramente omogeneo e con predominanza del complesso dei gneiss di Giumello ad andalusite, si stende al sud-est della carta, tra Val Giggio a nord, la cresta di confine al sud-est e la Valletta all'ovest. Procedendo da ovest verso est, complessivamente, la cristallinità diminuisce; la scistosità invece aumenta così che, verso il Passo di S. Iorio, predominano delle varietà molto scistose, piuttosto sericitiche che muscovitiche. Una seconda zona dei gneiss di Giumello, meno omogenea e, sovente, con alternanza di strati di paragneiss e di gneiss milonitici, si prolunga dall'angolo sud-ovest della carta, tra il Camoghè e la Garzirola, fino alla volta dello Scigno di Poltrinone, dove essa alterna con scaglie di gneiss milonitici. Accanto all'andalusite si hanno sovente in questa zona anche distene, più raramente staurolite, tormalina, granato. Intercalazioni di gneiss scistosi muscovitici si osservano in parecchi posti entro il complesso dei paragneiss. Esse furono distinte sulla carta là dove formano, in certa qual misura, zone concatenate; per esempio sulla parete nord del Camoghè e nella media Val Maggina.

**G's Gneiss milonitici (Gneiss di Stabiello).** Il gneiss di Stabiello tipico, si trova a sud-ovest ed a nord-ovest del Monte Stabiello ed arriva, procedendo verso nord, fino allo Scigno di Poltrinone. È una roccia grigio-chiara fino ad oscura, a grana fine sino a quasi grossa, sovente punteggiata di bruniccio o di violetto, per lo più con pieghettatura sottilmente lenticolare, più raramente con frattura piuttosto piana delle lenti, e provvista di chiazze muscovitiche e sericitiche sulla superficie ondulata di scistosità. La pieghettatura appare tormentata ed è sovente di aspetto breccioso. Qua e là si trovano noduli quarzosi e sottili letti

di quarzo, che sono stati sottoposti alla stessa pieghettatura e che potrebbero indurci a ritenerli quali pieghettature ptigmatiche, tanto loro assomigliano. Numerose sono le intercalazioni di relitti gneissici, poco milonitici, che permettono di riconoscere ancora la natura della roccia originale. In prevalenza, si tratta di relitti del gneiss di Giumello e di quelli del gneiss cornubianitico e, solo eccezionalmente, di relitti dei gneiss misti e degli ortogneiss. Questi relitti e la indentazione periferica del gneiss di Stabiello con il gneiss di Giumello ci insegnano che il gneiss di Stabiello è da considerarsi come un complesso di gneiss a intensa milonitizzazione, specialmente di gneiss di Giumello. Il quadro che se ne ottiene nelle sezioni per microscopio conferma e completa quanto è qui affermato. La roccia è costituita di un fine tritume di quarzo e feldspato con grandi e storti porfiroblasti di muscovite e con matasse di sericite (andalusite resa micacea). La tormalina, sotto forma di minuscole grane, è quasi sempre presente, seppure scarsamente; talune grane isolate, piuttosto notevoli di tormalina giacciono intatte entro un fine tritume di quarzo e feldspato.

Il gneiss di Stabiello trova la sua area principale di diffusione sulla cresta di confine, tra la Garzirola (sud-ovest), lo Stabiello (nel mezzo) ed il Motto della Tappa (nord-est). A partire da questo punto, come già ricordato, un lobo si spinge verso nord-ovest fino allo Scrigno di Poltrinone, dove i gneiss di Stabiello e di Giumello si compenetrano a guisa di scaglie. Tipici esemplari del gneiss di Stabiello si hanno nei detriti dell'alta Valletta. Esso fu particolarmente stipato e milonitizzato al Motto della Tappa; alla Garzirola il gneiss di Stabiello non presenta più la solita tipica tormentata pieghettatura brecciosa, ma è di una scistosità piana, con piccole scaglie di muscovite sulla frattura di scistosità; si notano anche passaggi alle filladi che vi sono intercalate.

**GI'A** Gneiss a due miche con sparsi occhi feldspatici. Il rappresentante tipico è un gneiss a due miche a lenti sottili fino a scistoso, con frattura di scistosità ondulata ed aspetto di conglomerato, per via dei bianchi occhi feldspatici inclusi nella massa. Questi porfiroblasti feldspatici sono globulari fino a grossolanamente lenticolari; quelli lenticolari sono appiattiti lungo il piano di scistosità. Il diametro oscilla fra 1 cm e 10 cm. La distanza tra gli occhi supera più volte il loro diametro; sono tanto più pigiati quanto più piccoli. Gli occhi sono di spesso composti non di un solo cristallo ma di individui piuttosto grossi diversamente orientati. Sulla superficie di rottura, già ad occhio nudo, si può osservare una forte crivellatura. Gli individui straziati e cresciuti promiscuamente sono composti di albite finissimamente geminata, crivellata di quarzo e muscovite, sovente dalla forma dell'albite a scacchiera ed allora, con lembi antipertitici di

microclino. Attorno all'occhio feldspatico sta, in singoli casi, una zona nerastra, larga parecchi mm che deve provenire da una polvere minerale minutamente distribuita.

I gneiss a due miche feldspatizzati formano intercalazioni e zone diffuse nei paragneiss dell'area di Val Maggina. Quando gli occhi diminuiscono si ha passaggio a paragneiss; quando aumenta la feldspatizzazione si ha passaggio ad ortogneiss. Analoghi gneiss ad occhi feldspatici sono molto diffusi negli scisti di Morbegno (H. P. CORNELIUS) della Catena Orobica.

Il fatto che i gneiss misti a muscovite ed i gneiss a due miche con occhi feldspatici hanno carattere di gneiss misti non è da attribuirsi ad un processo di iniezione, ma ad una feldspatizzazione diffusa, accompagnata specialmente da apporto di sodio.

**G' Gneiss a due miche e gneiss a sericite.** Sulla carta, nell'area occupata dalla Val Maggina, è distinto un complesso di rocce dotato di un carattere oltremodo variabile. Se teniamo unicamente conto delle numerose intercalazioni delle lenti di ortogneiss e di gneiss a due miche feldspatizzati, dei gneiss scistosi muscovitici e delle anfiboliti, ci persuadiamo che siamo in presenza di una zona molto complicata, nella quale sono rappresentati quasi tutti i tipi di passaggio delle diverse rocce insubriche. Originariamente, questa grande varietà proviene da un rapido cambiamento di facies nel sedimento primitivo: essa venne rafforzata ancora più tardi da iniezioni e imbibizioni per zone. Gneiss sericitici ed a biotite, gneiss a due miche, a grana minuta, a lenti sottili sino a scistose, sovente granatiferi, si alternano fra di loro ed anche con più subordinati gneiss cornubianitici, con gneiss scistosi a muscovite e con anfiboliti. È da escludersi assolutamente una distinzione cartografica dei letti, i quali, sovente, hanno lo spessore di pochi centimetri. Frequentemente, nonostante una netta separazione in lastre, si constata una fitta formazione di piccole pieghe nei singoli letti; è un fenomeno analogo a quello che si manifesta in tutti gli altri paragneiss misti ed in tutte le anfiboliti dell'area insubrica. Salendo al Camoghè dall'Alpe Caneggio, si passa per una stretta zona di questo complesso di rocce inserita fra due zone di anfibolite; in essa le condizioni sopra descritte si manifestano molto tipicamente. In questo complesso di gneiss e nei paragneiss che descriveremo in seguito, si va compiendo un mutamento di facies importante per la regione insubrica. I gneiss a due miche feldspatizzati, le quarziti e le quarziti micacee-grafitiche trovano qui il loro limite occidentale, i gneiss cornubianitici, i gneiss biotitici con plagioclasio granulare (gneiss del Ceneri), ambedue con numerosi inclusi di silicati di calcio, il loro limite orientale.

### Paragneiss

Nella gola della Morobbia, tra il ponte di Melera e lo sbocco della Valletta, e sul versante meridionale della Valle Morobbia si stende un complesso di gneiss sedimentari debolmente metamorfosati, nel quale gneiss cornubianitici, di grana fine, scisti ad orneblenda ed anfiboliti, quarziti micacee e grafitiche e quarziti si alternano con tale frequenza e così intimamente, che le distinzioni registrate sulla carta devono essere considerate semplicemente come sommarie. Tutti i singoli componenti di questa serie abbondano di una polvere minerale a zolfo, e si presentano perciò in veste di una patina bruna; solo i gneiss cornubianitici fanno eccezione a questa regola. Tutto questo complesso di paragneiss così ricco di alternanze può essere osservato bene sul sentiero che da Carena conduce nell'alta Valle Morobbia (Val Giggio e Valletta), sul sentieruccio che dal Val di Carena conduce nella gola della Morobbia e nei solchi torrentizi sui Monti di Pisciarotto e sui Monti di Schena.

**P' Gneiss cornubianitici.** I gneiss cornubianitici a grana minuta fino a quasi compatti, grigi, verdastri, bruni sono rocce a lamine sottili, con piana frattura micacea. Nelle sezioni sottili, e quando il tenore in mica è abbondante, spicca molto bene la scistosità di cristallizzazione. Le rocce cornubianitiche grigie, compatte sono povere di mica; in quelle verdastre la biotite è cloritizzata, in quelle brune disposte in banchi sottili è abbondantemente rappresentata ed ha aspetto di freschezza. Minuscoli grani di granato non mancano mai; e sono tanto più abbondanti quanto più la roccia è povera di mica e ricca di quarzo. All'infuori dell'area menzionata, anche presso l'Alpe Caneggio, sul bordo occidentale della carta, esiste uno stretto complesso di gneiss cornubianitici, con scarse intercalazioni di anfibolite.

**P'<sub>A</sub> Scisti ad orneblenda ed anfiboliti.** Le intercalazioni di anfibolite e di scisti ad orneblenda dalla grana fine e dagli strati sottili — da pochi centimetri fino a m 20 di spessore — offrono eccellente scistosità di cristallizzazione e contengono molta ilmenite, leucoxeno e, sporadicamente, anche granato. Essi devono considerarsi quali prodotti derivanti da sedimenti marnosi: sono intercalati in concordanza con i gneiss cornubianitici, e, qua e là, furono con questi intensamente piegati (Ponte di Carena sulla Morobbia).

**P'<sub>q</sub> Quarziti.** Le quarziti listate o fiammate, grigio-chiare e grigio-oscuri, più raramente nivee, formano intercalazioni della potenza massima di m 20, nei gneiss cornubianitici. Arricchendosi di feldspato ( $\pm$  mica) fanno passaggio a questo, quando

aumenta la mica si hanno passaggi a quarziti micacee ed a quarziti sericitiche. La loro configurazione listata o fiammata proviene da una polvere minerale distribuita con un certo ritmo. Grazie alla sua resistenza, questa roccia forma, qua e là, scogliere, che ad est di Carena dominano la gola della Morobbia. A sud di Carena, presso il P. 768, nella gola della Morobbia, le quarziti diedero origine ad una briglia rocciosa, che la Morobbia supera con una cascata di 20 m di altezza. Sul piccolo sentiero che da Val di Carena conduce alla Morobbia, nella quarzite, è inserito un nastro di calcare cristallino di 1 dm di spessore.

Presso le rovine della cascina a P. 1838, circa m 400 ad est dello Scrigno di Poltrinone [728.75/112.25] è intercalata entro una zona a milonite che colà passa, una scaglia di quarzite finemente zonare, della potenza di pochi metri. I letti bianchi e grigio-oscuri, completamente piani (0.1 fino 2 mm), appena si rivelano nelle sezioni sottili, in virtù di un ammassamento in righe di minuscoli granati (0.05 mm), di polvere minerale e di scaglie di biotite.

**P'g Quarziti micaceo-grafitiche.** Con un aumento del tenore in mica ed in polvere di grafite, le quarziti passano a micascisti quarzoso-grafitici grigio-oscuri, dalle superficie piane sino ad increspate, con frattura di scistosità della lucentezza argentea. La colorazione oscura non dipende solo dal tenore in grafite, ma piuttosto da una impregnatura di solfuri. Abbondanti intercalazioni di queste quarziti micacee si trovano nella regione dei Monti Moneda, dei Monti Schena e dei Monti Pisciarotto, dove affiorano lungo i canali di ruscellamento. In questi posti, qua e là, si incontrano anche varietà granatifere. Nel canalone ad est dei Monti Moneda, a circa m 10 a monte del ponte sul sentiero verso Carena, sgorga dalle quarziti micacee una sorgente di solfato di ferro. Le quarziti a mica e grafite sembrano essere l'equivalente delle filladi quarzose (quarziti di Pejo, HAMMER) della Catena Orobica e delle Alpi dell'Oetztal.

**P'h Filladi.** Sulla cresta tra il Monte Garzirola e la Cima Segür, nell'angolo sud-ovest della carta, nel gneiss di Stabiello è intercalata una stretta zona di filladi, fitte, giallastre e grige, le quali possono essere compatte ed allora si rompono in pezzi poligonali, dagli angoli acuti; quando invece sono sottilmenti stratificate, allora si presentano pieghettate ed increspate. Queste filladi, grazie a passaggi, stanno in connessione con i gneiss di Stabiello, i quali non si presentano però qui in tutta la loro forma tipica. La sezione microscopica rivela un tritume finissimo di quarzo, di sericite e grafite (e di solfuri?), nel quale possono essere incastrati porfiroblasti di albite ialina (0.1 mm di diam.) e de

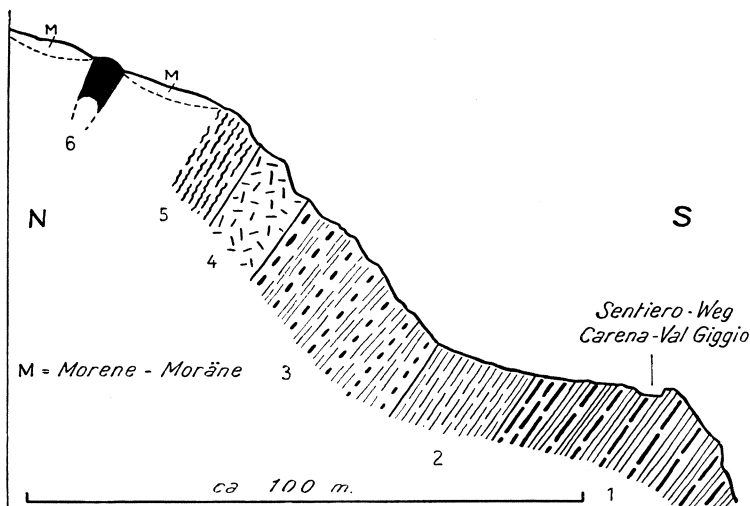
muscovite. Sorprende il tenore abbondante di apatite e quello piuttosto scarso di tormalina. La tessitura mostra sovente piegheggiatura aggrovigliata, più raramente è rigidamente lineare. Non si potè stabilire se, nel caso di questa roccia, si tratti di un sedimento appena ricristallizzato, o di uno scisto ultramilonitico del gneiss di Stabiello; sembra però più probabile la seconda ipotesi.

**A<sub>m</sub> Anfiboliti.** Oltre alle intercalazioni già accennate di anfibolite nei paragneiss, sul Camoghè e nella regione della Valletta affiorano complessi di anfibolite abbastanza potenti, di più massiccia tessitura ed a grana più grossa. Nelle parti periferiche si hanno alternanze di strati e piegature con i paragneiss. Le anfiboliti si rivelano sovente zonate per la presenza di sottili letti, da pochi millimetri di spessore fino a più centimetri, bianchi-saccaroidi, i quali constano di quarzo e di plagioclasio acido con nidi di saussurite e sono intercalati prevalentemente nel modo più piano e più rigorosamente parallelo; più di rado si dispongono a mò di rosario. Anche le anfiboliti a zoisite ed epidoto, un pò meno frequenti, posseggono spesso una tale tessitura listata fino a lenticolare-piatta. Le anfiboliti del Camoghè si mostrano frequentemente chiazze di bianco (piccoli nidi di saussurite). Nelle anfiboliti a grana grossa e lenticolari del Camoghè e della Valletta, stanno nidi e filoncelli allungati a modo di meandri e letti dello spessore di alcuni decimetri di una roccia a zoisite grigio-chiara ed a granati rosso-carne. Nelle sezioni sottili si associano, nominatamente nelle rocce a zoisite, al simplectite di zoisite  $\alpha$ - $\beta$ , grandi cristalli di titanite, apatite e calcite. Più rare sono le lenti di gabbro ad uralite, a grana minuta, e di anfibolite granatifera, i cui granati raggiungono la grossezza di una nocciola. Nella Val Giggio, dove la zona di anfibolite affiora molto bene, in un tratto di valle epigenetico, troviamo una intercalazione dello spessore di pochi decimetri di una roccia a diopside-attinolute nodulare brecciosa, con nidi e noduli di plagioclasio basico e calcite. Tutta la lente è stata soggetta ad una imbibizione di calcite e contiene in abbondanza apatite e zoisite, più raramente talco. Le anfiboliti lastriformi sembrano qui inclinare in modo abbastanza uniforme da 40-80° verso sud-est; i singoli letti sono però piegheggiati su se stessi ed hanno una tessitura lenticolare.

**O Oliviniti scistosi, serpentine, talcoseisti, seisti orneblendici ed attinolitici.** Due intercalazioni di ultrabasiti metamorfiche la cui potenza, in ambedue i casi, non può sorpassare uno spessore massimo di circa m 20 appaiono, entro la massa della regione insubrica, nella immediata vicinanza della Linea Iorio-Tonale.



1. 500 m ad est-sud-est di Carena, al di là di Val di Carena, la strada nell'alta Valle Morobbia (Val di Giggio-Valletta) si incrocia con un piccolo canalone, il quale, proprio al di sopra del sentiero, si biforca. Nel solco orientale, a circa m 30 sopra il sentiero, nei paragneiss, è intercalata una scaglia di serpentina resa scistosa. 200 m più lontano, ad est, poco prima della Val di Ruscada, il sentiero attraversa un burrone piuttosto grande, nel quale la detta lente affiora meglio e si presenta con una struttura più complessa. Il seguente profilo ci ragguaglia sulla successione delle rocce:



- 1) anfibolite con letti di paragneiss;
- 2) gneiss scistosi a muscovite con letti maggiormente feldspatizzati;
- 3) serpentina tabulare-scistosa, grigio-oscuro, con letti subparalleli di crisotilo, sottili come carta e con frattura di scistosità di color argento, scaglioso-micacea, e rocce attinolitiche-oliviniche nere ( $\pm$  serpentino), tabulari, scistose fino a nodulari;
- 4) roccia attinolitica, massiccia fino a lenticolare, a grana media fino a minuta, oscura fino a grigio-verdicia, chiara (simile alla bronzite) con olivina, ortaugite, minerali metalliferi e carbonati;
- 5) anfibolite tabulare-lenticolare con lenti grigio-verdicce di zoisite, prenite e saussurite;
- 6) carinata (appartenente al Trias del Iorio).

2. Nelle anfiboliti leggermente scivolate di Val Giggio, è inserita una lente di serpentina grigio-oscuro, massiccia-nodulare con parti verde-porro, dagli spigoli translucidi. Lungo il sentiero, sulla riva meridionale della Morobbia, s'incontrano numerosi

blocchi di questa roccia. In alto, verso il Costone di Giumello, affiorano ancora isolatamente serpentina e talcoscisti. Sul Costone di Giumello, poi, stanno sparsi nel bosco, lenti e blocchi, più o meno in posto, di scisti attinolitici e clorito-attinolitici, di serpentina, di scisti a serpentino ed a clorite e di una roccia lenticolare di zoisite-attinolite, verde-chiara, fiammata di bianco, che ha l'aspetto di un gabbro lenticolare a saussurite ed uralite.

Analoghi affioramenti devono essere intercalati anche nella zona ad anfibolite del Camoghè. Sul versante nord-est di questa montagna, in Val Maggina, giacciono blocchi di clorite ed attinolite con molto leucoxeno e con nidi di calcite. La roccia in posto non potè essere rintracciata sulle pareti inaccessibili.

δβ **Filoni diabasici.** I filoni diabasici che altrove affiorano in veri sciami, nel cristallino del massiccio insubrico, sono, entro l'area compresa nella carta, rappresentati appena da due minuscoli giacimenti. Il primo filone che affiora solo per pochi metri nei detriti della Cima Segùr [727/109], consta di una diabase a grana fine, grigio-nera che si altera assumendo una colorazione grigio-verdicia chiara. Il secondo filone coricato di diabase orneblendica, della potenza di 1 m, si trova nelle rocce cornubianitiche, a intercalazioni di anfibolite, lungo il bordo occidentale della carta, a sud dell'Alpe Caneggio. Nella Valletta, a monte delle cascate, giacciono, nel detrito, blocchi isolati di porfiriti diabasica; la roccia in posto (sul versante occidentale della valle) non potè essere scoperta.

**Calcarei cristallini.** Nastri e lenti di un calcare cristallino bianco o grigio (sulla carta non sono distinti) stanno nelle seguenti località; nella quarzite sul sentiero che da Val di Carena mena nella gola della Morobbia; nell'anfibolite del tratto epigenetico di Val Giggio; in una intercalazione di anfibolite nei gneiss cornubianitici, ad est delle cascate superiori dell'Alpe Caneggio; nell'anfibolite sulla cresta sud-occidentale del Camoghè. Blocchi isolati furono trovati in un canalone (zona milonitica), il quale dall'alta Valletta si dirige alla volta dello Scigno di Poltritone, e sul sentiero dalla Valletta all'Alpe Pisciarotto.

---

## C. FORMAZIONI QUATERNARIE

di P. KNOBLAUCH e M. REINHARD

**Detrito di falda.** Se ne trova ai piedi dei dirupi e nei coni secchi allo sbocco dei canaloni.

**Masse rocciose scivolate in blocco ed allo stato incoerente.** Affiorano nella Val Giggio (Costone di Giumello) e nella Val Maggina; in misura insignificante anche nella regione dei Monti Laura ed all'Alpe della Costa. Negli strati, in prevalenza raddrizzati, si notano, lungo tratti rilevanti, degli spostamenti ad uncino. Qui si effettuarono sovente degli scoscendimenti.

**Frane, seoscendimenti.** Sono degne di menzione le seguenti località con frane: a nord di Lumino, Val Traversagna, Val di Grono, al Motto d'Arbinetto, all'Alpe Caneggio, nelle vicinanze dei Monti Moneda. Lo scoscendimento più importante e che presenta il maggiore interesse anche per via delle minuziose misurazioni geodetiche a cui fu sottoposto, è la massa di frana dello

### Seoscendimento del Motto d'Arbino.

Sulla portata di questo interessante avvenimento geologico siamo bene ragguagliati, grazie alle misurazioni del SERVIZIO TOPOGRAFICO FEDERALE.

La carta speciale I (1 : 25 000) ci rappresenta il territorio prima dello scoscendimento del 2 ott. 1928 (rilievo alla tavoletta 1902; vecchio orizzonte R. P. N. = 376.86 m).

La carta speciale II (1 : 25 000) è stata rilevata a mezzo di fotogrammetria aerea, dopo lo scoscendimento del 2 ottobre 1928 (nuovo orizzonte R.P.N. = 373.6 m). Riduzione estratta dal piano corografico 1 : 10 000, 1933/1935.

Benchè queste due carte in molti punti differiscano fra loro, per via dei diversi processi di misurazione, la loro comparazione però ci informa esattamente sugli enormi mutamenti provocati nelle condizioni topografiche dallo scoscendimento.

La carta speciale III ci dà la geologia della regione dello scoscendimento prima della sua caduta, in base ai rilievi di P. KNOBLAUCH. Come base servì la topografia contenuta nella carta speciale I ingrandita all'1 : 12 500.

La carta speciale IV che è una carta geodetica, ci orienta sulla portata degli spostamenti misurati in determinati punti tra il 1924 e il 1928.

Sullo stesso Foglio dell'Atlante — 516 Iorio — l'attuale situazione è rappresentata sotto forma di una falda compatta di detriti di frana.

Probabilmente fin dai tempi preistorici si iniziò, sul versante settentrionale del Motto d'Arbino, in connessione con la profonda erosione della Val d'Arbedo e con direzione dal basso in alto, un esteso spostamento ad uncino, il quale, gradatamente, tolse dalla posizione di equilibrio l'intera cupola del Motto d'Arbino. La posizione degli strati si scosta appena di  $\pm 10^\circ$  dalla verticale: predomina una forte inclinazione a nord. L'angolo di inclinazione del pendio settentrionale del Motto d'Arbino comporta  $33^\circ$ , al massimo  $40^\circ$ . Oltre la ripidità del pendio e la grande incoerenza del pacco degli strati, forse, hanno contribuito a generare il movimento anche processi di soluzione nelle zone a marmi. Da ultimo è importante il fatto che l'area dello scoscendimento s'incunea tra due ben pronunziate zone di fratture: Val Taglio e Valle d'Arbedo.

La spaccatura superiore di distacco può essere seguita, se, procedendo dall'Alpe d'Arbino si va ad est e nord-est verso Val Pium, all'altezza di 1400 m sul mare (vedi carta speciale III). A 300 m in cifra tonda, sotto il Motto d'Arbino deve trovarsi il limite inferiore della massa in movimento.

Come fu già osservato più sopra, la carta speciale III indica tra Sasso Marcio-Chiara e Bosco Tens una frana di età probabilmente preistorica. Il 18 ottobre 1915 una frana di roccia si staccò circa 400 m a nord-ovest del Sasso Marcio e si precipitò verso Val Taglio causando la morte a tre persone.

I movimenti che 13 anni più tardi provocarono lo scoscendimento del 2 ottobre 1928, di mole molto maggiore, si iniziarono presumibilmente già sulla fine del secolo scorso ed andarono aumentando di intensità col volger degli anni. I geologi hanno potuto, si può dire metro per metro, esattamente delimitare l'ampiezza del territorio colpito. Nel 1925 l'ing. M. ZURBUCHEN attirò per primo l'attenzione sul pericolo di crollo e calcolò allora la intera massa della regione in movimento in 172 milioni di  $m^3$ .

Le prime osservazioni le quali, basandosi su cifre, fissano la portata degli spostamenti dei punti di III ordine sul Motto di Arbino, furono fatte nel 1924 dal SERVIZIO TOPOGRAFICO FEDERALE e coincisero con la triangolazione di IV ordine nella Valle Morobbia e nella Valle d'Arbedo.

Alla stessa epoca furono assicurati, segnalati e sottoposti ad osservazione diversi punti di controllo nel territorio tra la Val Taglio e la Val Pium, per opera dei signori MAX ZURBUCHEN, FEDERICO IMPERATORI e WERNER LANG, ingegneri del SERVIZIO TOPOGRAFICO FEDERALE. Grazie a queste osservazioni ripetute

nello spazio di parecchi anni, fu possibile fissare l'estensione, la direzione e la velocità del movimento. Si poté così stabilire che la velocità fu in continuo aumento fino al momento del crollo.

Nella figura 1 della Tavola V è rappresentata, con curve disegnate, la regione prima dello scoscendimento (rilievo alla tavoletta 1902). Le curve di livello tratteggiate indicano il territorio dopo il crollo (rilievo fotogrammetrico del suolo del 1928).

La figura 2 della Tavola V presenta i tre profili A, B, C del punto trigonometrico Motto d'Arbino verso la Valle d'Arbedo (vedi fig. 1). Questi profili illustrano lo spostamento e la cubatura della massa colpita dal movimento che sfociò nella frana del 2 ottobre 1928.

Alle ore 15, 24 minuti e 15,3 secondi del 2 ottobre 1928, in base ai sismogrammi dell'Osservatorio sismografico di Zurigo, avvenne il crollo principale. Già alcuni giorni prima, in numero sempre maggiore, si andavano staccando singoli blocchi; nella mattinata poi del giorno del crollo, precipitarono persino alcuni piccoli frammenti rocciosi, particolarmente in Val Taglio. Durante il crollo principale, circa 60 milioni di m<sup>3</sup> di roccia furono colpiti dal movimento; però solamente 25 milioni di m<sup>3</sup> crollarono effettivamente e di questi circa 10 milioni giacciono appoggiati a guisa di falda di detriti contro il versante tra il Motto d'Arbino e Valle d'Arbedo. Alcuni crolli di minore entità seguirono ancora nella notte successiva e per più giorni detriti e blocchi rovinarono in basso.

Lo scoscendimento distrusse 16 tra case e stalle ed 1,5 km<sup>2</sup> di boschi; sconvolse la strada Arbedo-Alpe di Gesero per un tratto di 1,3 km; si registrò però nessuna vittima fra gli uomini o gli animali.

Il materiale franato sbarrò il torrente della Valle d'Arbedo; dietro la diga si formò un lago il quale ha trovato il suo deflusso attraverso i detriti.

La porzione maggiore della contrada soggetta al movimento, circa 110 milioni di m<sup>3</sup>, non è crollata il 2 ottobre 1928: essa si è calata solo da alcuni dm fino a parecchi metri. Il movimento di abbassamento continua ancora; dopo, lo scoscendimento dapprima si attenuò, ma nel 1936, probabilmente a motivo delle piogge estive straordinariamente abbondanti, riprese di intensità.

Quale possa essere il giudizio circa il futuro comportamento delle masse, possiamo già fin d'ora escludere il timore che esse precipiteranno in una sol volta e tanto meno poi completamente. Nella massa principale si andrà a poco a poco stabilendo una situazione di equilibrio; piccoli crolli, in modo particolare verso Val Pium, sono possibili. Per la Valle del Ticino esiste nessun pericolo di scoscendimento; però potrebbero versarvi quantità considerevoli di macerie dalla Valle d'Arbedo.

**Alluvioni fluvio-glaciali.** Ne esistono in Valle Morobbia sulle terrazze di Carena, Melera, Carmena e giù fino a Giubiasco. Esse fanno parte di un lembo alluvionale con circa 10% di pendenza. Presumibilmente si tratta di formazioni alluvionali risalenti al tempo nel quale il ghiacciaio ticinese toccava il livello di Pianezzo (Valle Morobbia, Foglio Bellinzona), mentre invece il ghiacciaio di Morobbia si era già ritirato ad est di Carena.

**Morene.** Giacciono fino all'altezza di 1800—1900 m: in generale la coltre è insignificante; ma specie in Valle Morobbia, in Valle d'Arbedo e in Val Traversagna raggiunge in parte un grande spessore. Sovente in seno alle morene, si notano degli smottamenti.

Detriti di falda e morene sono sovente così frammisti che riesce impossibile distinguerli.

È difficile separare le morene di carattere locale da quelle dei grandi ghiacciai principali (ghiacciaio Ticino-Moesa). Morene di carattere locale appaiono in Val d'Aiano, Val di Roggiasca, Val Rescignaga, Val d'Albinasca, sulle Alpi Cadino, Cadinello, Giggio e finalmente nella bassa Valletta, sul pendio occidentale dello Scrigno di Poltrinone, nell'alta Val Maggina presso le Alpi All'Orta e Revolte ed a nord-ovest del Camoghè, sull'Alpe Caneggio. Al di sotto di questi giacimenti, nelle morene, più o meno frammisto al materiale di provenienza locale vi è sempre del materiale di provenienza esotica. Grazie alla presenza dei detriti diluviali si poté stabilire il limite superiore raggiunto dal ghiacciaio della Moesa nei seguenti punti: Monti Stavello (Val Traversagna) [733.3/120.2] — Olinò (Val Traversagna) — Rotonda [732.4/119] — Monti Laura [728/119.1] — ad est del Monte Cò (Valle d'Arbedo) — a nord-est dell'Alpe della Costa [728.2/116.3]. Seguendo questa linea e tenendo conto della morfologia della contrada, si può fissare alla massa del ghiacciaio della Moesa un livello superiore massimo di 1800—1900 m.

Anche il ghiacciaio ticinese è penetrato assai profondamente in Valle Morobbia. Blocchi di gneiss occhiadini esotici si scoprono nella gola della Morobbia presso il ponte del sentiero Carena-Monti Pisciarotto [727.8/114], presso una cascina, circa 300 m ad ovest di questo ponte e sul pendio meridionale di Valle Morobbia, all'orlo occidentale della carta all'altezza di 970 m [725.15/113.2].

Esistono canaloni di acqua di scioglimento paralleli al versante, su brevi tratti, a circa m 50 al di sotto dell'Alpe Pisciarotto; sul sentiero che dai Monti Pisciarotto si inerpica verso sud-est e al termine del piccolo sentiero che corre orizzontalmente dai Monti Pisciarotto verso est.

Al Camoghè ed in parecchi posti sul lato nord della cresta di confine poterono formarsi taluni circhi, sovente a più gradini.

## D. GIACIMENTI DI MINERALI, SORGENTI

Il territorio del Foglio Iorio è povero di minerali.

**Corindone.** Il corindone fu menzionato per la prima volta da R. STAUB (Bib. 9) che l'ha trovato frammezzo a ciottoli di scisti attinolitici in Valle d'Arbedo. Il corindone di un rosso-carmine fosco è in forma di botte, prismatico o tabulare; i prismi hanno sovente una bella struttura zonare. P. KNOBLAUCH ha trovato del corindone in posto nella grande zona ad anfiboliti sulla strada in Val Taglio e, sempre nella stessa zona, anche più in basso, nella Valle d'Arbedo; quest'ultima località è ora sepolta sotto una coltre detritica. Anche nella massa di anfibolite di Cadolcia [729.7/117.6] e all'estremità settentrionale dell'Er di Redenet [732.6/118.6] fu trovato del corindone. Raramente lo si incontra nei ciottoli della Val Traversagna.

I minerali accompagnatori del corindone sono: distene ed orneblende rombiche. Sembra che il magma orneblendico-peridotitico abbia sottoposto ad un processo di fusione le rocce ricche di allumina.

**Oro.** Nel 1929 furono scoperti alla stazione di Roveredo alcuni pezzi di quarzo con oro allo stato nativo. Questi pezzi erano incastrati entro le testate dei tronchi di abete (borre) che provenivano da Val Resignaga. Tutto sommato si ricavarono circa 25 grammi di oro in granuli, della grandezza di 1—2 mm. Allo scopo di stabilirne la natura, la maggior parte dell'oro fu sciolta nel mercurio. Gli abeti erano stati tagliati non molto lontano dalla cosiddetta Fontana Fredda (sorgente presso il P. 1541, a nord dell'Alpe Resignaga), da dove erano stati fatti discendere fino alla teleferica; è ovvio che il quarzo aurifero si abbia potuto incastrare nelle testate dei tronchi durante questa discesa. Indagini praticate per conto del Comune di S. Vittore nella regione in causa non diedero alcun risultato positivo. Oro nativo non se ne trovò: invece nei numerosi piccoli filoni di quarzo sottoposti ad analisi si constatò qualche traccia di tenore aureo. Non c'è da pensare ad una possibilità di sfruttamento.

**Grafite.** Vedi pag. 22—23.

**Giacimenti di solfuri e miniere abbandonate.** Specialmente nelle zone milonitizzate della bassa Valletta esistono concentrazioni di minerali a solfuri con predominanza di pirrotina ed un pò di pirite ed arsenopirite, profondamente ossidate e con ganga quarzosa. Le vecchie miniere abbandonate e che oggi si possono visitare solo con l'aiuto di gente pratica dei luoghi, sono notate sulla Carta a sud e ad est del Forno la Valletta e

presso l'Alpe Pisciarotto. I minerali venivano trattati in un forno (di qui il nome di «Forno» alla località) ormai scomparso ed in una fonderia alla Morobbia, un pò sotto allo sbocco della Valletta. Alcuni ruderi di case ed un mucchio di scorie testimoniano ancora la lavorazione di un tempo.

**Sorgenti.** Il folto rivestimento di boschi e la posizione molto inclinata degli strati, favorevoli all'infiltrazione delle acque piovane e di disgelo, nonché la estesa e potente coltre detritica fanno sì che la regione del Foglio Iorio sia ricca di sorgenti.

Piccole sorgenti di morena e di detrito di falda zampillano un pò dappertutto di sotto alla coltre detritica. Sulle Alpi Cadino, Giggio, Caneggio (versante N del Camoghè) ed un pò sotto all'Alpe d'Aiano sgorgano sorgenti di provenienza morenica piuttosto abbondanti. Il gruppo sorgentifero dell'alta Val Pium ha il suo bacino raccoglitore nelle zone scivolate, abbastanza estese dell'Alpe della Costa. L'acqua molto abbondante di queste sorgenti perenni fu a suo tempo captata dalla Compagnia del Gottardo e condotta a Bellinzona (utilizzata come acqua potabile e forza dalle Officine di Riparazione delle ferrovie). Lo scoscendimento del Motto d'Arbino ha sconvolta la tubazione. Altre sorgenti in regioni scivolate si trovano sui Monti Laura.

Maggior importanza hanno però le sorgenti di strati e quelle collegate con le faglie. Una bella sorgente di strati è a nord dell'Alpe Fossada (Val Giggio); essa sgorga dagli strati inferiori del gneiss occhiadino. Altre sorgenti di strati si trovano nelle cosiddette Valli delle Fontanelle, nei burrocelli ad ovest dei Monti Ruscada (Val Giggio). Esse zampillano, in parte dalla tonalite aplitica resa fortemente scistosa, in parte dagli scisti del Tonale e dai gneiss occhiadini. L'intero Comune di Roveredo è rifornito dall'acqua di un'unica sorgente di strati dei Monti Soltima (Val Traversagna, lato est), la quale sgorga da un ortogneiss.

Abbiamo altre sorgenti di strati: a sud, sotto le Alpi Croveggia e Pisciarotundo (Valle Morobbia, versante nord), nella Val Viola (Val Traversagna, lato est), presso Olinò (Val Traversagna, lato est), come pure in diverse località della Val Traversagna, al di sopra ed al di sotto della confluenza di Val di Marco e nella Val di Tri. La sorgente di strati presso i Monti delle Fontane (Valle d'Arbedo) fornisce l'acqua ad Arbedo.

Sorgenti spiccatamente di faglia sono quelle del fondo di Valle d'Arbedo, ad est di Val Pium e nel piccolo burrone a sud-est dell'Alpe Val Bella; queste ultime sono valutate oltre 1000 litri al minuto. Una sorgente contenente solfato di ferro zampilla nel piccolo burrone a sud di Carena e ad est dei Monti Schena [727.35/113.65].



## BIBLIOGRAFIA PIÙ IMPORTANTE

1. CORNELIUS, H. P. & FURLANI-CORNELIUS, M.: Die insubrische Linie vom Tessin bis zum Tonalepass. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Kl.*, 102. 1930.
  2. KOPP, J.: Zur Tektonik des Pizzo di Claro und der Wurzelzone im unteren Misox. *Eclogae geol. Helvet.* 17. 1923.
  3. MITTELHOLZER, A. E.: Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose in der Tessiner Wurzelzone mit besonderer Berücksichtigung des Castionezuges. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 16. 1936.
  4. NIGGLI P., DE QUERVAIN, F., WINTERHALTER, R. U.: Chemismus schweizerischer Gesteine. *Beitr. Geologie Schweiz, Geotechn. Serie, XIV.* 1930.
  5. NOVARESE, V.: La zona del Canavese e le formazioni adiacenti. *Mem. descrit. Carta geol. Italia.* 22. 1929.
  6. REINHARD, M.: Über Gesteinsmetamorphose in den Alpen. *Jb. Mijnbouwkund. Vereeniging Delft.* 1934—1935.
  7. RÜGER, L.: Die Tonalelinie im Tessin. *Geol. Rundschau.* 23a. 1933.
  8. RÜGER, L.: Zur Altersfrage der Bewegung und Metamorphose im Penninikum der Tessiner Alpen. *Geol. Rundschau.* 25. 1934.
  9. STAUB, R.: Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. *Beitr. geol. Karte Schweiz. N. F.* 46 I. 1916.
  10. STAUFFACHER, J.: Das Magnetkiesfahlband auf der Alpe Piscerotto und die Brauneisenvorkommen auf der Alpe di Valletta im Val Morobbia (Tessin). *Eclogae geol. Helvet.* 14. 1916—1918.
-

# **Erläuterungen**

zu

**Blatt 516 Iorio**

verfasst von

**P. KNOBLAUCH & M. REINHARD**

## VORWORT DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION

Die Herausgabe des geologischen Atlasblattes *Iorio* geht auf folgende Untersuchungen zurück:

In den Jahren 1923—28 führte Herr PAUL KNOBLAUCH, damals in Bellinzona wohnhaft, aus eigener Initiative die geologische Kartierung des ausgedehnten Gebietes östlich Bellinzona aus, von der Valle Morobbia im S bis zur Val Traversagna im N und ostwärts bis zur Landesgrenze. Die mit grosser Sorgfalt aufgenommene Karte legte Herr KNOBLAUCH der Geologischen Kommission vor, und diese nahm deren Veröffentlichung im Rahmen der geologischen *Atlasblätter Iorio und Bellinzona* in Aussicht. Die Aufnahme auf Blatt Iorio bot insofern besonderes Interesse, weil sie das Bergsturzgebiet des Motto d'Arbino mitumfasst, das Herr KNOBLAUCH noch in allen Einzelheiten im grossen Masstabe 1 : 12500 kartiert hatte, kurz bevor der Absturz vom 2. Okt. 1928 die Verhältnisse für alle Zeiten veränderte.

Die Geologische Kommission möchte nicht verfehlen, an dieser Stelle Herrn KNOBLAUCH für die Überlassung seiner wertvollen Aufnahme, die wie erwähnt auch einen Teil des später zu veröffentlichenden Blattes Bellinzona umfasst, den besten Dank auszusprechen.

Da die Kartierung von Herrn KNOBLAUCH sich nur auf den mittleren Hauptteil des Blattes Iorio erstreckte, ergab sich für die Geologische Kommission die Notwendigkeit, für die Bearbeitung der verbleibenden Gebietsteile weitere Mitarbeiter heranzuziehen. Herr Prof. MAX REINHARD wurde betraut mit der Aufnahme des Gebietes südlich der Valle Morobbia (Region des Mottone di Giumello bis Camoghè), das zum Teil noch übergreift auf Blatt Bogno, während Herr Dr. ERNST KÜNDIG die Kartierung der nördlichen Gebietsteile (Abhang N Lumino und Gebiet NE Val Traversagna) durchführte.

Im Dezember 1934 wurden die Originalkarten aller drei Autoren der Kommission vorgelegt und von dieser zum Drucke angenommen.

Da ein Teil des Blattes ausserschweizerisches Gebiet umfasst, das für eine geologische Aufnahme nicht in Frage kam, wurde beschlossen, den leeren Raum für die spezielle Darstellung des Bergsturzgebietes des Motto d'Arbino zu benützen, und zwar zunächst zur Wiedergabe der von P. KNOBLAUCH vor dem Absturz vom 2. Okt. 1928 aufgenommenen geologischen Karte 1:12.500. Ausserdem erklärte sich auf unser Ersuchen hin die EIDG. LANDESTOPOGRAPHIE bereit, die von ihr in den Jahren vor und nach dem Absturz ausgeführten geodätischen Vermessungen in graphischer Darstellung beizusteuern, ferner die kartographische Aufnahme 1:25.000 vor und nach dem Absturz. Eine Darstellung der Massenverlagerung ist auf Tafel V dieser Erläuterungen enthalten. Der EIDG. LANDESTOPOGRAPHIE sei auch an dieser Stelle für ihre wertvolle Mitarbeit bestens gedankt.

Der nachfolgende Erläuterungstext wurde in Teilstücken verfasst von P. KNOBLAUCH und M. REINHARD, die EIDG. LANDESTOPOGRAPHIE leistete einen Beitrag über den Bergsturz des Motto d'Arbino; die Koordinierung zur definitiven Fassung besorgte Herr Dr. R. U. WINTERHALTER. Für die Übersetzung ins Italienische konnte Herr Prof. Dr. G. GEMNETTI in Bellinzona gewonnen werden.

Basel, Juli 1939.

Für die Geologische Kommission  
der Schweiz. Naturf. Gesellschaft,  
der Präsident:  
*A. Buxtorf.*

## INHALTSÜBERSICHT

	Seite
Vorwort der Geologischen Kommission . . . . .	48
Topographischer Überblick und geologische Gliederung . . . . .	50
A. Gebiet nördlich der Iorio-Tonale-Linie, Wurzelzone. . . . .	52
1. Geologisch-tektonischer Überblick . . . . .	52
2. Die Gesteinsserien der Wurzelzone . . . . .	59
B. Gebiet südlich der Iorio-Tonale-Linie, Insubrische Zone . . . . .	69
1. Überblick über die Tektonik der Insubrischen Zone und die Mylonitisierung längs der Iorio-Tonale-Linie . . . . .	69
2. Die Gesteinsserien der Insubrischen Zone . . . . .	71
C. Quartäre Bildungen . . . . .	82
D. Mineral- und Erzvorkommen, Quellen . . . . .	86
Wichtigste neuere Literatur. . . . .	88

## TOPOGRAPHISCHER ÜBERBLICK UND GEOLOGISCHE GLIEDERUNG

(Vgl. „Tektonische Übersicht“ 1 : 200 000)

Blatt 516 Iorio des Geologischen Atlas der Schweiz, das im S<sup>1)</sup> durch einen Teil des Blattes 539 Bogno vervollständigt wurde, umfasst einen Ausschnitt des bisher geologisch wenig bekannten Gebirges S der untersten Moësa und E des Tessinal-Abschnittes Arbedo–Bellinzona–Giubiasco. Im E endet die geologische Kartierung an der Landesgrenze, doch orientiert die „Tektonische Übersicht“ über den Verlauf der geologischen Zonen im anstossenden italienischen Gebiet.

Drei grössere, im allgemeinen ESE–WNW gerichtete Täler, die mit wichtigen tektonischen Linien zusammenfallen, gliedern das Gebiet:

- a) Die Val Traversagna (im N) beginnt am Grenzkamm mit den Quelltälern Val d'Aiano und Val di Roggiasca und den Zuflüssen aus Val Rescignaga, Val d'Albionasca, Val Viola und Val di Marco und mündet bei Roveredo in die Moësa. Das Tal folgt im allgemeinen dem von den meisten Autoren zur Trias gestellten Marmorzug Castione–Traversagna.

---

<sup>1)</sup> N = Norden, nördlich  
S = Süden, südlich

E = Osten, östlich  
W = Westen, westlich.

- b) Die Valle d'Arbedo beginnt am Corno di Gesero und mündet bei Arbedo (W des Kartenblattes) in den Tessin<sup>1)</sup>. Die Talsohle fällt auf eine lange Strecke mit einer tektonischen Störungslinie zusammen; auch Querbrüche sind vorhanden. In der Südflanke dieses Tales hat sich am 2. Oktober 1928 der Bergsturz des Motto d'Arbino ereignet, dessen Ausmass die auf dem Atlasblatt enthaltenen Spezialkarten I, II, III und IV angeben. Durch den Bergsturz wurde die auf der S Tal-seite liegende Strasse Arbedo-Monti della Tagliada-Biscia zerstört; sie wurde wegen des Andauerns der Terrainbewegung bis 1938 noch nicht rekonstruiert.
- c) Die Valle Morobbia führt in E-W-Richtung vom Passo di San Iorio hinab nach Giubiasco. Das Tal folgt einer der markantesten Dislokationszonen der Alpen, der Iorio-Tonale-Linie.

Die drei genannten Täler bilden die Hauptzugänge in das Gebirgsland von Blatt Iorio; eine Fahrstrasse besitzt nur die zahlreiche Dörfer aufweisende Valle Morobbia.

Für Exkursionen ist besonders die Zeit vor der Belaubung oder nach dem Laubfall günstig; meist ist das ganze Gebiet bis spät in den Herbst schneefrei. Clubhütten finden sich am Camoghè und auf Biscia, südlich Corno di Gesero.

Nach seiner tektonischen Gliederung gehört Blatt Iorio zwei geologisch-petrographisch und tektonisch völlig verschiedenen Gebietsteilen an, die im Folgenden getrennt behandelt werden:

- a) im Norden die Wurzelzone und
- b) im Süden die Insubrische Zone.

Beide Gebiete werden getrennt durch die Iorio-Tonale-Linie (= Insubrische Linie); sie verläuft am N-Abhang der Valle Morobbia in W-E-Richtung, und zwar am N-Rand der Triasvorkommen des Passo di San Iorio-Valle Morobbia.

---

<sup>1)</sup> Da die Flussläufe der Val Traversagna und der Valle d'Arbedo beide den Namen „Traversagna“ führen, werden im folgenden nur die Namen der Täler gebraucht, um Verwechslungen zu vermeiden.

# **A. GEBIET NÖRDLICH DER IORIO-TONALE-LINIE, WURZELZONE**

VON P. KNOBLAUCH

## **1. Geologisch-tektonischer Überblick**

(Vgl. „Tektonische Übersicht“ 1:200000 und Tafel I)

Im Gebiet N der Iorio-Tonale-Linie, das wir kurz als Wurzelzone bezeichnen, haben die Bearbeiter früherer tektonischer Karten die Wurzeln sowohl der penninischen als auch der unterostalpinen Decken vorausgesetzt. Allein Blatt Iorio, das die erste Detailkartierung aus diesem Gebiet darstellt, ergibt für den Bereich der Wurzelzone einen so komplizierten Bau, dass eine Aufteilung in Wurzelstreifen bestimmter Decken nicht gewagt werden durfte; deshalb unterblieb sie sowohl auf der Karte als auch im vorliegenden Erläuterungsheft. Statt dessen wurden die durch geologische und petrographische Grundzüge gekennzeichneten Einheiten zu Zonen zusammengefasst, die einstweilen nur eine durchaus lokale Bedeutung beanspruchen. Ob und wie weit sie sich ins Nachbargebiet verfolgen lassen und ob ihnen allgemeinere Bedeutung zukommt, werden spätere Untersuchungen zu entscheiden haben.

In der Wurzelzone streichen die Gesteinszonen im allgemeinen einheitlich W-E und zeigen steiles Einfallen vorwiegend nach N. Störungen dieses Baues zeigen sich im Gebiet der Monti Loga und Monti Laura (2 km S und SE Lumino) und besonders NE der Val Traversagna.

Ein charakteristisches Merkmal der Wurzelzone ist das häufige Auftreten von Marmoren, Silikatmarmoren, Kalksilikatesteinen, Amphiboliten und Peridotitstöcken. Diese lassen sich zum Teil zwanglos in einzelne Züge ordnen, die eine weitere, wenn auch teilweise problematische tektonische Unterteilung erlauben.

Die Verwendung der Marmorzüge und noch mehr die der Amphibolite als tektonische Leitlinien ist umstritten. Mit grosser Wahrscheinlichkeit können einige Marmorzüge als jung, das heisst triasisch oder jünger, angenommen werden. Das gilt aber sicher nicht für alle; doch fehlen Kriterien, welche eine sichere Trennung alter prätriasischer und jüngerer Marmore gestatten würden.

Es ergibt sich daraus eine Unsicherheit in der Interpretation der Marmorzüge, die noch dadurch erhöht wird, dass viele der Marmorvorkommen oft mehrere Verbindungsmöglichkeiten zulassen. Für tektonische Deutungen wurden daher nur jene Marmore verwendet, die sich möglichst lückenlos verfolgen lassen, und

die, wenn auch nur selten, mit Gesteinen verknüpft sind, die mit grosser Wahrscheinlichkeit als mesozoisch betrachtet werden dürfen (Trias-Rauhwarke, Bündnerschiefer).

Innerhalb der Wurzelzone werden von N nach S folgende Zonen und trennende Marmorzüge unterschieden (vgl. „Tektonische Übersicht“):

a) Die **Zone von Claro-Mesocco** tritt mit einer Serie von Augengneisen und Paragneisen nur in der äussersten NW-Ecke ins Gebiet von Blatt Iorio.

b) Nach S folgt der schmale **Marmorzug von Al Galetto**.

c) Die **Zone von Roveredo** nimmt auf Blatt Iorio das Gebiet NE der Val Traversagna ein; zu ihr gehören auch die Gneise zwischen den beiden Marmorzügen NW und NE Lumino. Zwischen Val Traversagna und Val di Grono tritt in der Gegend des Sasso della Guardia [734,6/120,2]<sup>1)</sup> eine grosse Masse von plattigem Orthogneis auf, die, zusammen mit zwischengeschalteten Glimmerschiefern, Schlingentektonik zeigt. Die Orthogneis-Masse ist der Kern einer Antiklinale, deren Axe 70° SE einfällt; ihr Scheitel liegt vermutlich wenig E der Landesgrenze in der Gegend der Alpe Paina.

d) Die S- und SW-Grenze der Zone von Roveredo wird gebildet von den Marmoren, Kalksilikatfelsen und Amphiboliten des Traversagna-Zuges, der nach W mit der Marmorzone von Castione zusammenhängt und im folgenden als **Castione-Traversagna-Zug** bezeichnet wird (siehe Taf. II). Die mächtige Gesteinsfolge von Castione ist E Lumino auf eine längere Strecke unter den Alluvionen der Moësa begraben. S der Moësa findet sich seine Fortsetzung wahrscheinlich schon in der kleinen Marmorlinse 400 m E der Brücke von Lumino [726/120,7]; sicher gehören dazu die zahlreichen Vorkommen von Marmoren und Kalksilikatgesteinen mit Amphiboliteinlagerungen und selteneren Pyroxeniten und Peridotiten E der Val Cru.

Zwischen Val Cru und Val di Montoi schwenkt ein Teil des Marmorzuges südwärts ab; über seinen Verlauf siehe unten (S. 54). Der nördliche Ast der Marmore streicht E Val di Montoi ESE; diese biegen dann in die Val Traversagna ein und ziehen, ab und zu von Moräne überdeckt, bis zur Bocchetta di Paina (siehe Taf. II). Gute Aufschlüsse finden sich in der Val di Marco, zwischen der Traversagna und P. 586 [731,1/120,2], am Hang unter Monti Soltima [731,8/120,2], in der unteren Val Viola, in der Gegend von Olino [732,8/119,8], sowie an der Bocchetta di Paina.

Der Traversagna-Zug ist in seiner petrographischen Zusammensetzung deutlich verschieden von dem nachfolgend

<sup>1)</sup> Ortsbestimmung bezogen auf das Koordinatennetz der Karte.



erwähnten Sasso Marcio-Zug und dem Triaszug des Passo di San Iorio. Bezeichnend für ihn ist das häufige Auftreten von Amphiboliten und Gesteinen, die, nach A. MITTELHOLZER (Lit. 3), als Bündnerschiefer bezeichnet werden können. In der Val Viola wurde überdies, allerdings schlecht aufgeschlossen, ein rauhwacke-ähnliches Gestein gefunden, das jedoch auch als Reibungsbreccie gedeutet werden könnte.

e) Die **Zone von Arbedo** tritt auf Blatt Iorio nur am W-Blattrand zwischen Moësa und Valle d'Arbedo auf und endet gegen E in der Gegend der Val di Montoi. Sie führt Biotitgneise, etwas seltener Biotit-Muscovitgneise. Bezeichnend ist eine sehr intensive salische Injektion, die zu Aufschmelzungen und Assimilationen des ursprünglichen, heute kaum mehr erkennbaren Gesteins geführt hat.

Man findet Ader-, Lagen- und Bändergneise, deren aplitische Adern mehr oder weniger deutlich von den biotitreichen Partien abgegrenzt sind. Von diesen Gesteinen gibt es aber alle Übergänge zu Typen, bei denen die hellen Adern ausflasern und fließend verschwinden bis zu helleren oder dunkleren einheitlichen Gneisen.

Die starke Injektion ist nicht auf die Zone von Arbedo beschränkt, sondern sie greift auch auf den an Marmoren reichen N-Teil der Zone von Bellinzona über.

Die Gneise der Arbedo-Zone deuten durch ihre Streichrichtung in der Gegend des Motto di Quaggio [725,6/119,6] und des Sasso di Bassa und durch die Stauchfalten in der Val Cru eine nach E geschlossene Antiklinale an. Diese zeigt auf Monte Loga eine Einstülpung und bei den Monti Montoi eine Ausbuchtung; dadurch ergibt sich der auffallende Verlauf der die Arbedo-Zone umhüllenden Marmore.

f) In der Gegend der Val di Montoi umhüllt der südliche Ast des Castione-Traversagna-Zuges (siehe S. 53, 56) die Zone von Arbedo. Der genaue Verlauf dieser Marmore und Amphibolite ist nicht sicher festzustellen. Sie setzen sich dann von Monti Laura [727,9/119,3] gegen Val Cru und Monte Loga [726,4/119,4] fort. Von hier gegen S ist die Umhüllung der Zone von Arbedo nur durch einige Amphibolitvorkommen angedeutet, die sich NE und SW von P. 695 in der Valle d'Arbedo finden. Die Südgrenze der Zone von Arbedo wird in der Valle d'Arbedo durch eine Reihe von Querverschiebungen gebildet (siehe S. 58).

g) Die **Zone von Bellinzona** ist im N begrenzt durch die Arbedo-Zone und die Marmore des Castione-Traversagna-Zuges, im S durch den Tonalit und den Augengneis von Melirolo. Im W über 6 km breit, verschmälert sie sich nach E immer mehr und hat am Grenzkamm zwischen Bocchetta di Paina und Torresella [735,6/115,6] nur noch eine Breite von 2,5 km.

Sie zeichnet sich aus durch einen häufigen Wechsel verschiedenartiger, meist Sillimanit führender Gneise und, besonders im nördlichen Teil, durch einen grossen Reichtum an Einlagerungen von basischen Gesteinen, Marmoren und Kalksilikatgesteinen. Diese Reichhaltigkeit an verschiedenen Gesteinstypen und ihr starker Wechsel geben der Zone von Bellinzona ein charakteristisches Gepräge.

Eine sichere Trennung der Gneise in Ortho- und Paragesteine ist nicht immer möglich. Die Gesteine sind poly-, kata- bis mesometamorph. Wiederholte Zertrümmerung und Rekristallisation und Umkristallisationen mit Stoffwanderungen sind wohl durchwegs anzunehmen. Dazu kommt eine oft nicht unerhebliche Stoffzufuhr durch die überall verbreiteten, jungen salischen Injektionen.

In der Zone von Bellinzona lassen sich zwei Teile unterscheiden:

ein Nord-Teil, der reich ist an Amphiboliten und Kalksilikatgesteinen, sowie an Gneisen mit deutlichem Tonerdeüberschuss (Disthen) und

ein Süd-Teil, der an den eben genannten Gesteinen ärmer ist.

Der Nord-Teil der Zone von Bellinzona ist, besonders in der Gegend zwischen Val Cru, Val di Marco und Monti Laura, [727,9/119,2] sehr kompliziert gebaut. Die zahlreichen, oft auseinanderenden oder wegen Schuttbedeckung nicht weiter verfolgbaren Marmorlinsen lassen sich nur unter Vorbehalt zu einer tektonischen Deutung verwenden. Immerhin kann folgende Interpretation zur Diskussion gestellt werden:

Wir gehen aus von dem ca. 300 m mächtigen, Rauhwacke führenden Marmorzug in der Val di Marco, S Monti Viff [730,7/120]. Nach E verschmälert er sich sehr rasch; seine Fortsetzung bilden wahrscheinlich die wenigen Marmorlinsen N Rontonda [732,5/119,4], NE der Mündung Val di Roggiasca-Val Traversagna [733,7/118,5], Wegkreuzung in der Val d'Aiano und N Bocchetta di Camedo [735,6/118]. Von Val di Marco bis zur Val d'Aiano wird der Marmorzug im SW in geringem Abstand von Graphitschiefern begleitet.

Von der Val di Marco lässt sich der Südrand des Marmorzuges nach W verfolgen über die Monti Prabonella und Monti Laura bis SE von P. 1530 [727,6/119]. Seine Streichrichtung weist auf eine Verbindung mit den Marmoren von Orbello (Valle d'Arbedo) hin, die ihrerseits mit denen von Vallone (Blatt Bellinzona) zusammenhängen. Zwischen P. 1530 und Orbello wurde aber nirgends Marmor gefunden; diese Verbindung ist also unsicher.

Wie schon oben (S. 53 und 54) ausgeführt wurde, biegt der S-Teil des Castione-Traversagna-Zuges in der Gegend SE der Monti di Bassa [726,7/121,6] am Ausgang der Val Cru südwärts ab. Die südwärts streichende Marmorserie vereinigt sich N Monti Montoi, P. 727, mit einer zweiten von E-W nach N-S umschwenkenden Marmorserie. Beide Serien biegen dann wieder nach E ab und gehen über Monti Volta und Val di Tri in den N-Teil der Marmore von Val di Marco über. Vom Scheitel der dadurch gebildeten, im W geschlossenen Umbiegung folgen sich gegen den Kern zu: Marmore, Amphibolite, injizierte Para- und Orthogneise und zuinnerst wiederum Marmor (Val di Tri, E Monti Nadro). Diese Marmore entsprechen jenen von Val di Marco, S von P. 586; ihre Fortsetzung nach E vereinigt sich in der Val d'Aiano wahrscheinlich mit dem Castione-Traversagna-Zug.

Ein weiterer, komplexer Marmorzug setzt auf dem Gratrücken von Monte Loga [726,3/119,5] ein. Er lässt sich von hier in die Val Cru verfolgen, wird dort an einem Bruch abgeschnitten und nordwärts verschoben, dann streicht er in NW-SE-Richtung gegen P. 1386 [727,2/119,4]. Hier biegt der Marmorzug nach E ab und verliert sich zwischen Monti Laura und Val di Tri in der grossen, schon oben erwähnten Marmorserie.

Südlich der Valle d'Arbedo erreicht besonders der Marmorzug von Bellinzona etwelche Bedeutung. Er zeigt die nämlichen Gesteine wie die Marmorzüge von Castione und Val di Marco. Auf Blatt Iorio erscheint er S Motto della Conca; seine Fortsetzung nach E ist heute durch den Bergsturz des Motto d'Arbino unterbrochen. Vor dem Sturz liess er sich über Pianascio-Bosco delle Brusate, Val Pium (P. 978) bis zur Valle d'Arbedo verfolgen (siehe Spezialkarte III). Hier wird er von einer Querverschiebung verstellt und zieht sich über Alpe Val Bella bis gegen P. 1845, wo er aussetzt. Seine E-Fortsetzung ist unsicher, dürfte aber zwischen den Peridotiten der Val di Marco liegen. Zu ihm gehört wahrscheinlich auch das Marmorvorkommen N La Pila in der Val d'Albionasca. Die E-Fortsetzung dürfte über die Peridotite von Motta Grande zu P. 2154, S Bocchetta di Camedo führen.

Die Südgrenze des Nordteils der Zone von Bellinzona wird vom Triaszug des Sasso Marcio gebildet, dessen namengebende Felspartie durch den Bergsturz des Motto d'Arbino zerstört worden ist (siehe Spezialkarte III).

Nach W hat der Sasso Marcio-Zug keine Fortsetzung, es wäre denn, dass ihm der zerquetschte Dolomitmarmor, ca. 250–300 m E Madonna della Neve (E Ravecchia, Blatt Bellinzona) angehörte.

Nach E lässt er sich über Val Pium (P von Pium), Monte Cò bis in die Valle d'Arbedo (zwischen d und o von Arbedo) ver-

folgen; er führt auf dieser Strecke Rauhwanke. Durch die Querverschiebung der Valle d'Arbedo verstellt, findet man den Sasso-Marcio-Zug wieder SE Alpe Val Bella, wo er von der Valle d'Arbedo in E-Richtung gegen P. 1942 hangaufwärts zieht. Seine E Fortsetzung ist unsicher; es dürften ihm angehören die Marmore bei Casotta (Val di Marco), jene NE Prodlò [731,8/118], jene beim Zusammenfluss der Bäche von Val Rescignaga und Val di Roggiašca, sowie die Marmore im Grenzgrat S von P. 2154 (Bocchetta di Ganna Rossa).

Dem Marmorzug des Sasso Marcio fehlen bis zur Bocchetta di Ganna Rossa ultrabasische Eruptiva und Gesteine, die als metamorphe Bündnerschiefer aufgefasst werden können; seine Gesteine sind ziemlich hochmetamorph und von Pegmatiten und Injektionsadern durchsetzt.

Der Südtteil der Zone von Bellinzona zeigt ausgesprochen isoklinalen Bau mit steil S oder N einfallenden Schichten. Marmore sind seltener und in kleinen Linsen diffus verteilt. Rauhwanke wurde nirgends gefunden. Eine weitere Gliederung des Gebietes ist vorläufig nicht möglich. Es ist aber sehr fraglich, ob nicht trotz der Gleichförmigkeit des Gebirgsbaues alte Falten und Schupungen vorhanden waren, die durch die nachfolgenden Orogenesen, alpin oder voralpin, verwischt oder gleichgerichtet worden sind.

h) **Der Tonalit.** Gegen S wird die Zone von Bellinzona durch einen Intrusivkörper abgeschnitten, dessen tonalitische Hauptmasse an ihrem Südrand vom „Augengneis von Melirolo“ begleitet wird, den man als Randfacies des Tonalites auffassen kann.

Wie die „Tektonische Übersicht“ zeigt, beginnt der Tonalit E Giubiasco in zwei Ästen, die sich auf Monti Pauto (Blatt Bellinzona [724/115]) vereinigen; von da an zieht der Tonalit als immer breiter werdende Masse nach E durch das ganze Blatt Iorio. Sein Verlauf auf italienischem Gebiet ist nicht genau bekannt.

Ein Primärkontakt des Tonalites mit den anstossenden Gneisen und Schiefern der Zone von Bellinzona ist nirgends zu beobachten. Am Kontakt sind der Tonalit und die Gneise — letztere etwas weniger stark — zertrümmert, mylonitisiert (Val di Melera, Val di Carena, N Biscia, N Alpe Cugn). Ursprünglich muss aber ein Primärkontakt mit den Gneisen vorhanden gewesen sein, denn die Gneise setzen am Tonalit diskordant ab (N Alpe Cugn [732,7/115,5] und bei Biscia).

i) Der „**Augengneis von Melirolo**“ (Randfacies des Tonalites) taucht im W wenig S Giubiasco (Blatt 515 Bellinzona, siehe auch „Tektonische Übersicht“) aus den Alluvionen des Tessintales auf. In der Val di Carena vereinigt er sich mit dem Tonalit und lässt

sich von da, immer dem Südrand des Tonalites folgend, in einer Mächtigkeit von 50 m bis über 100 m bis an die Landesgrenze verfolgen. In der Val di Melera ist er in zwei Äste aufgespalten.

Das Alter des Tonalites kann auf Grund der Beobachtungen auf Blatt Iorio nicht bestimmt werden. Sicher ist er jünger als die von ihm durchdrungenen Gneise, und seine Frische spricht für relativ junges Alter. Wahrscheinlich hat er die insubrische Phase der Alpenbildung passiv erlitten.

k) Auf den „Augengneis von Melirolo“ folgt nach S die **Tonale-Serie**, die sich durch das ganze Blatt Iorio und nach E bis an den Tonalepass verfolgen lässt. Sie besteht im wesentlichen aus Paragneisen mit Einlagerungen von Amphiboliten (siehe S. 66). An ihrem S-Rand verläuft die Iorio-Tonale-Linie, die die Wurzelzone (im N) vom insubrischen Gebirge (im S) trennt.

**Brüche.** Die jüngsten tektonischen Erscheinungen sind Brüche; sie sind jünger als Faltung und salische Injektion und jünger als die Pegmatite, die ihrerseits jünger sind als die amphibolitisch-peridotitischen Intrusionen.

Zwei Bruchsysteme lassen sich deutlich unterscheiden:

1. Ein älteres, vorwiegend N-S verlaufendes, und somit ungefähr zu den Gesteinsschichten senkrecht stehendes, und
2. ein jüngeres, NW-SE gerichtetes, schief zu den Schichten oder mit ihnen parallel laufendes.

**N-S-Brüche:** Der längste N-S verlaufende Bruch liegt in der Val Taglio am Westrand des Bergsturzes des Motto d'Arbino (siehe Spezialkarte III). Sein Ostflügel ist um ca. 150 m relativ nordwärts verschoben. Der Bruch klingt nach S aus; nach N lässt er sich verfolgen bis zum NW-SE-Bruch der Valle d'Arbedo; N dieser Störungslinie ist er nicht mehr sicher nachweisbar, sondern höchstens angedeutet durch gelegentliche Zertrümmerungen und unregelmässiges Streichen am Hang des Monte Loga. Erst in der Val Cru tritt wieder ein deutlicher Bruch auf. Auch hier ist der E-Flügel relativ N-wärts verschoben. Die Bruchfläche steht saiger oder fällt bis 70° E. Einige kleinere N-S gerichtete Brüche erscheinen NE der Val Traversagna.

**NW-SE-Brüche.** Das wichtigste Beispiel dieses Bruchsystems folgt der Sohle der Valle d'Arbedo.

Die N-Seite des Bruches ist bis 500 m maximal relativ E-wärts verschoben. Die Verschiebung erfolgt an einer Fläche, bald an zwei oder mehreren; es kann auch eine bis 50 m breite Ruschel- oder Mylonitzone auftreten. Wir stossen im W erstmals auf die Störung oberhalb des Bachknies S von P. 584. Weiter im W geht sie über in Ruschel, die, konkordant den Gneisen, SW streichen. Die Ver-

schiebungsflächen schneiden die Gesteinsschichten unter einem mittleren Winkel von 20—30°. Abzweigungen verlieren sich namentlich in den N-Flügel hinein, die Schichten ganz spitz abscherend und zerreissend oder ihnen auch als Ruschel konkordant folgend. Am Felsrücken SW Monte Orbellio [726,2/118,6] zeigen sich deutlich zwei Hauptbrüche, beides Trümmerzonen von etlichen m Breite. Die nördliche ist als Schuttrinne gut sichtbar. Nach dem Bergsturz des Motto d'Arbino wurde die südliche vom Bach als Durchlass benutzt; heute ist dieser wieder verstopft. Die Zertrümmerung ist gut zu beobachten SW unter Orbellio, wo die Bergsturzmasse abgespült ist, ferner im Bach N Monte Cò bis zum Rauhwaackeaufschluss. Auf dieser Strecke entströmen dem wieder geräffteren Verwerfungstreifen eine Reihe starker Quellen. E Alpe Val Bella biegt das Bruchsystem ins Schichtstreichen ein und klingt aus.

Ein weiteres NW-SE streichendes Bruchsystem ist in der mittleren Val Traversagna entwickelt. Die Hauptverwerfung fällt saiger bis steil NE, die Seitenäste fallen mehr schichtähnlich mit etwa 80° NNE.

Nochmals erwähnt seien die Trümmerzonen im „Augengneis von Melirolo“ und am Rande des Tonalites, sowie die Gleit- und Ruschelflächen in den Marmorzügen, besonders des Passo di San Iorio und der Val Traversagna (siehe S. 71 und S. 53).

## 2. Die Gesteinsserien der Wurzelzone

### Karbonat- und Kalksilikatgesteine

**M<sub>6</sub> Rauhwaacke.** Für die tektonische Gliederung der Wurzelzone und die Altersbestimmung einer Reihe von Erscheinungen sind Rauhwaacke-Vorkommen von besonderer Wichtigkeit, darf doch für sie mit grosser Wahrscheinlichkeit triasisches Alter angenommen werden.

Auffallend ist, dass die Rauhwaacke keine Spuren von Kontakt- oder irgendeiner anderen Metamorphose zeigt — das Zellgewebe ist allerdings kristallin —, während die kalkig-dolomitischen Begleitgesteine völlig marmorisiert, z. T. stofflich umgewandelt und pegmatitisch injiziert sind.

#### Vorkommen von Rauhwaacke:

1. im Castione-Traversagna-Zug: unterste Val Viola (siehe S. 54);
2. im Marmorzug der Val di Marco: S Monti Viff [730,7/119,7] und E von P. 1530, Monti Laura;
3. im Marmorzug von Sasso Marcio (siehe Spezialkarte III): Sasso Marcio; Val Pium, ca. 200 m S von P. 1012; E Monte Cò und am schönsten in der Valle d'Arbedo am Zusammenfluss

der Bäche von N Alpe Val Bella und Alpe del Buco. (Die topographische Karte ist hier ungenau. Der Bach von P. 1232 mündet SE desjenigen der Val Bella und nicht NW davon.) Hier wechsellagert Rauhwacke von über 10 m Mächtigkeit mit Marmoren und Gneisen.

(Als Zugang zu dieser Stelle ist den nicht Ortskundigen zu empfehlen, dem Weglein von den untersten Hütten von Monte Cò bis zum Talbach und dann diesem selbst zu folgen; das Bachbett ist verhältnismässig gut begehbar.)

Die Rauhwacke führt am Rand bis faustgrosse, eckige Brocken von Gneis, Amphibolit und Dolomitmarmor; diese Zone ist vermutlich als Reibungsbreccie aufzufassen.

**M<sub>k</sub>, M<sub>II</sub> Marmore, Silikatmarmore, Kalksilikatfelse, schwarze, wenig marmorisierte Kalke.** In der Karte sind nach Möglichkeit alle feststellbaren Vorkommen dieser Gesteine angegeben; sie treten in Schmitzen und Schichtchen von wenigen cm bis zu Zügen von stellenweise bis über 200 m Gesamtmächtigkeit auf.

In der Regel sind die Marmore des Süd-Teiles der Zone von Bellinzona weisse, grob- bis zuckerkörnige Kalkmarmore, gelegentlich mit Graphit, hellem Glimmer (Phlogopit) und fast immer mit Skapolith.

Die Marmorlinsen sind sehr unregelmässig verteilt. Der N-Teil der Zone von Bellinzona ist erheblich reicher an Marmor-einlagerungen als der S-Teil.

Im N-Teil der Zone von Bellinzona sind die Marmor-einlagerungen zur Hauptsache weisse bis grauweisse, fein- und grobkristalline Kalkmarmore, seltener sind Dolomitmarmore, meist mit Graphitschuppen, Phlogopitmarmore, Silikatmarmore mit Glimmer, Diopsid, Quarz, Anorthit, Granat, Skapolith. Somit bestehen alle Übergänge vom fast reinen Marmor bis zum komplizierten Kalksilikatfels vom Typus des „Granito nero“ von Castione (siehe besonders Lit. 3). Besonders erwähnt seien die Hornblende führenden Marmore, ein schönes, regelmässig grün gesprenkeltes Gestein, ein Produkt des Kontaktes Marmor/Amphibolit. Die Struktur der Marmore ist gewöhnlich ausgesprochen granoblastisch, die Textur massig bis schwach kristallisations-schieferig; grobbankige Lagerung ist die Regel.

Diese Marmore sind Derivate von kalkigen und dolomitischen Gesteinen, zum Teil mit sandigen und tonigen Einlagerungen. Die Umwandlung geschah unter Druck bei hoher Temperatur, zum Teil mit Stoffzufuhr (Kata- bis Mesozone?). Die Metamorphose erscheint stellenweise recht sonderbar, sprunghaft-wählerisch; sind doch oft in hochmetamorphen Kalksilikatgesteinen wenig veränderte Schlieren und auch grössere Partien dunkler, schwach marmorisierter Kalke enthalten (Castione-Traversagna-Zug).

Als Beispiel für die Art des Auftretens und die Zusammensetzung eines Marmorzuges aus dem S-Teil der Zone von Bellinzona diene der Zug von Marmorlinsen, der sich von der Val della Pila [728,9/116,3] über Alpe del Buco [729,3/116,5], Alpe d'Albione bis in die Val d'Albionasca verfolgen lässt. Dieser Zug zeigt ca. 150 m SW der Hütten von Alpe del Buco von S nach N folgendes Profil:

Injektions-Biotit-Granatgneis  
 Marmor, grau, silikatreich, grobkristallin, 0,15 m  
 Plagioklasamphibolit, 0,45 m  
 Pegmatit 0,05—0,1 m  
 Marmor, weiss, grobkristallin, 1,2 m  
 Heller Gneis, wechsellagernd mit weissen Marmorschmitzen  
 und Pegmatitadern, 5 m  
 Schutt.

E Alpe del Buco finden sich nur einzelne dünne Marmorschmitzen in den Gneisen. Am Felsgrat SW Alpe Cadinello, ca. 400 m S der Hütten, steht ein ca. 15 m mächtiger Marmor an; gegen N folgen ihm einige m Amphibolit, wechsellagernd mit Marmoren. Auf Alpe d'Albione di sotto erscheint weisser, hochkristalliner, plattiger Marmor in einer Linse von nur 5 m Mächtigkeit. Zwischen dieser Linsenreihe und dem Gipfel des Corno di Gesero finden sich noch in zwei Horizonten Marmoreinlagerungen in feinkörnigen, grauen Biotitfelsen mit Amphibolitlagen.

NE des Corno di Gesero wurden auf einer Breite von nur 15 m 15 Marmorschmitzen von 1 cm bis 1 m Mächtigkeit gezählt, die oft auskeilen, sich verzweigen und wechsellagern mit zum Teil quarzreichen oder hornblendeführenden Granat-Biotitfelsen und -schiefern, und dunkeln feinkörnigen Biotitgneisen und Biotit-amphiboliten. Die Marmore führen Hornblende, Strahlstein und Titanit. Nach N folgen ca. 30 m Orthogneis, 20 m injizierte Paragneise, einige Marmorlagen, wieder ca. 30 m Injektionsparagneis und hierauf wieder auf eine Strecke von 15 m viele Marmorschmitzen bis zu 1 m Mächtigkeit. Zahlreiche Marmorlagen sind auch aufgeschlossen am W-Fuss des Er di Redenet (Bergrücken E Val d'Albionasca).

Diese Beispiele zeigen, dass es sich bei diesen Marmorvorkommen wohl ziemlich sicher um normale stratigraphische Einlagerungen in den Gneisen handelt. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass einzelne Marmorzüge doch als Deckenscheider aufzufassen sind.

### Kristallin

**P<sub>g</sub> Pegmatite, A Aplite, A<sub>g</sub> Granataplite\*).** Die Pegmatite sind besonders in zwei Gebieten häufig, nämlich längs des Tonalites

\*) Die Angabe «(Alpe d'Albione)» der Legende gehört zu «Aplite», nicht zu «Granataplite».



und im Tonalit selber, ferner in den Marmorzonen im Nordteil der Zone von Bellinzona; sie fehlen aber auch in der übrigen Wurzelzone nicht ganz. Auf der Karte sind nur die mächtigsten Gänge dargestellt.

Die Pegmatite des Tonalitrandes stellen offenbar die Ganggefolgschaft des Tonalites und des „Augengneises von Melirola“ dar. Mit der Annäherung an den Tonalit häufen sich in den Schiefern und Gneisen Pegmatit- und Pegmatitgranitgänge, Granitlagergänge und Aplite. Es sind dieselben Gänge wie sie der Tonalit selbst führt. Besonders schön sind Pegmatite bei Monti Pauda (Blatt Bellinzona [724,2/114,5]) aufgeschlossen.

Die Pegmatite aus dem Nordteil der Zone von Bellinzona haben eine Gangbreite von wenigen cm bis zu mehreren m und eine Länge von bis über 50 m. Sie sind besonders gut sichtbar in den Marmoren; man findet sie aber auch in den Gneisen, Amphiboliten und Peridotiten. Es sind Muscovit-, Biotit- und Zweiglimmerpegmatite, oft mit Turmalin und Granat (Muscovit bis Handgrösse, Biotit in Säulen von 3—4 cm Durchmesser und in Leisten).

Am Motto d'Arbino wurde in Pegmatiten trübblaugrauer Beryll gefunden; er dürfte auch anderswo auftreten.

Die Pegmatite sind zum Teil Lagergänge, zum Teil schlagen sie schief durch die Schichten. Die Kontakterscheinungen sind besonders an den Marmoren schön ausgeprägt, die Schichten sind schlierig an- und aufgeschmolzen und oft geschleppt. Gute und häufige Aufschlüsse am S-Rand des Marmorzuges von der Valle d'Arbedo bis hinauf gegen Alpe Val Bella, P. 1598; ebenso im Gebiet zwischen Val di Montoi und Val Traversagna. In den Gneisen ist der Kontakt mehr verwischt, aber durch Anreicherung von Biotit und Granat und Bildung von Hornfelsstruktur gekennzeichnet.

In Amphiboliten und Peridotiten führen die Pegmatite meistens rekristallisierte Hornblenden mit Siebstruktur. An und in den Peridotiten erscheinen Lager und Knollen, die fast nur aus Biotit bestehen (Ganna Rossa und S Corno di Gesero).

Granataplit ist aus der oberen Val di Grono bekannt. Er tritt als einige cm bis 40 m mächtiger Lagergang in den Paragneisen der Zone von Roveredo auf und ist stets von Amphibolit begleitet, was die Vermutung nahelegt, dass er genetisch mit diesem zusammenhängt. Der Granataplit ist sehr quarzreich, führt albitische Feldspäte und gleichmässig verteilt stecknadelkopfgrosse, idioblastische Granate.

Über das Alter der Pegmatite lässt sich folgendes sagen:

Die Ganggefolgschaft des Tonalites ist diesem gleichaltrig oder nur wenig jünger und nach der heute herrschenden Auffassung also als jung (das heisst tertiär) anzusehen.

Sicher jung ist ein Teil der Pegmatite des N-Teils der Zone von Bellinzona, denn die triasischen oder noch jüngeren Marmore von Sasso Marcio-Arbino, Vallone (Blatt Bellinzona), Chiesa Rossa-Tabiò, Valle d'Arbedo werden von Pegmatiten durchschlagen. Diese Pegmatite sind aber älter als die letzten alpin-tektonischen Bewegungen, die die Pegmatite ebenso ergriffen haben wie die älteren Gesteine. Im grossen ganzen bedeuten die Pegmatite wohl den Abschluss der salischen Injektion.

Vermutlich ältere Pegmatite und Aplite treten ebenfalls auf; als solche werden z. B. betrachtet die Pegmatite E Val di Grono und die Aplite auf Alpe d'Albione, NE Corno di Gesero.

**T Tonalit.** Der Tonalit führt neben den Hauptgemengteilen Quarz, Plagioklas (Oligoklas-Andesin), dunkelgrüner Hornblende und schwarzem Biotit noch zahlreiche Häufchen von Epidot, resp. Klinozoisit in idiomorphen Kristallen, die vermutlich einen primären Nebengemengteil darstellen, ferner Titanit, Zirkon, Orthit und Orthoklas (Analyse siehe Lit. 4). Die Textur ist meist gneisig und recht gut gebankt. Richtungslos-massig tritt er am Weg von der Gesero-Clubhütte (P. 1991, Biscia [730,7/115,4]) zum Passo di San Iorio auf. Manchmal wird die sonst granitisch-körnige Struktur durch bis 2 cm grosse Hornblenden porphyrisch (unterhalb Alpe Pisciarotundo [728,6/115,5]). Schöne und leicht erreichbare Aufschlüsse finden sich in der Val di Melirolo.

Der Tonalit und die angrenzenden Gneise enthalten zahlreiche Pegmatite, Aplite und Granitgänge (siehe 61—62). Lamprophyre wurden nirgends beobachtet.

Über den Kontakt des Tonalites mit den Gneisen der Zone von Bellinzona siehe S. 57.

**T II „Augengneis von Melirolo“.** Über seine Verbreitung siehe S. 57—58. Dunkelgrauer bis grauschwarzer Gneis mit oft 1—2 cm grossen Augen von idiomorphem, oft verzwilligtem und zonar struiertem Oligoklas-Andesin, mit flaserigem Biotit und wenig Quarz, der meistens in langgestreckten körnigen Aggregaten auftritt. Textur ziemlich massig, jedoch grobbankig. Oft sind in ihm Schiefer- und Gneislager, zum Teil auch Amphibolit, eingeschlossen.

Der Rand des Augengneises zeigt oft einen Wechsel geradeverlaufender heller und dunkler Bänder, deren Breite 1 cm bis über 1 m beträgt. Die hellen Bänder werden zu Aplitlagen und -schnüren mit Reihen grosser Feldspäte und gehen dann über in feinkörnige, granatführende Muscovitaplite. Der aplitische Rand des Augengneises kann stellenweise über 10 m mächtig werden, aber auch ganz fehlen. Aplit- und seltene Augengneislager finden sich häufig in der angrenzenden Gesteinsserie; dagegen wurden

weder im Augengneis noch in den Tonalesschiefern granitisch-pegmatitische Injektionen gefunden, wie sie in der Gneiszone von Bellinzona häufig sind.

**GO Biotit- und Zweiglimmer-Orthogneis.** Dieser ist sehr ähnlich dem Tessinergneis von Claro-Osogna. Meist mittel- bis grobkörnig, deutlich schieferig, gelegentlich auch nahezu aplitisch. Fast massige Orthogneise finden sich E Alpe della Costa [727,4/116,2]. Der Orthogneis tritt in langgestreckten Lagen und Linsen auf. Grössere Vorkommen: S Corte Rodas [729,6/118,5] und E Frasconcenza [732/118,6]. Die Orthogneise der Zone von Bellinzona sind teilweise injiziert und gehen öfters ohne scharfe Grenze in Injektions-Paragneise über.

**GO<sub>a</sub> Augen- und Flasergneis.** Wenig ausgeprägte Augengneise und ziemlich grobe Flasergneise treten besonders im S-Teil der Zone von Bellinzona auf (N Carmena [725,4/115,1]. N Alpe Croveggia [727,6/115,4], SE Corno di Gesero [731,5/115,4]).

**GO<sub>t</sub> Biotit-Muscovit-Orthogneis** (NE Val Traversagna). Meist plattig, mittel- bis feinkörnig, etwas grobkörniger am Sasso della Guardia [734,5/120,2]. Ähnliche Gesteine finden sich auch in den Zonen von Arbedo und Bellinzona.

**GI<sub>a</sub> Injektionsgneis, vorwiegend Orthogneis,** (Zone von Arbedo). Einheitliche Biotit- und — etwas weniger häufig vortreten — Biotit-Muscovitgneise mit seltenen Amphiboliten. Gewöhnlich deutlich kristallisationsschieferig, fein- bis mittelkörnig, seltener grobkörnig. Schlieren- und Fliesstextur häufig. Grössere einheitliche Massen wechseln unregelmässig mit gut gebankten bis plattigen Partien. Die zahlreichen aplitischen und aplitisch-pegmatitischen Adern und gefalteten Bänder führen nicht selten wohlbegrenzte Porphyroblasten von dunkler, meist deutlich poikiloblastischer Hornblende. Es handelt sich hiebei um rekristallisiertes Material aufgeschmolzener Amphibolite. Die hie und da in der Zone von Arbedo auftretenden Schlieren und Lager von dunklen Hornblende-Biotitgneisen sind wahrscheinlich ebenfalls auf Amphiboliteinschmelzungen zurückzuführen.

Pegmatite führen hie und da rötliche Feldspäte, ähnlich denen im Bavenogranit. Guter Aufschluss: Steinbruch San Paolo, S Molinazzo (Bl. Bellinzona).

**GI Injektionsgneis, vorwiegend Paramaterial.** Mehr oder weniger stark injizierte Gneise, deren Habitus und Mineralkombination auf sedimentäres Ausgangsmaterial schliessen lässt. Zu dieser Gesteinsgruppe wurden aber auch sehr kleine Vorkommen von Orthogneis gezählt, sowie solche von schwach oder gar nicht

injizierten Gneisen, die von ihren injizierten Nebengesteinen nicht klar abzugrenzen sind.

Para-Injektionsgneise zeigen in der Regel grossen Glimmerreichtum, verbunden mit starker Schieferung; ihr Hauptbruch ist völlig von Biotit- und Muscovitflasern überzogen. Weit verbreitet sind dunkle Gneise, die auf dem Hauptbruch feinen Seidenglanz zeigen und Disthen, Sillimanit und Granat führen. Sind die Gneise sehr reich an diesen Aluminiumsilikaten, so sind sie als

**GI<sub>a</sub> Injektionsgneis, reich an Granat, Disthen, Sillimanit** besonders ausgeschieden. Vorkommen besonders im N-Teil der Zone von Bellinzona.

**GI<sub>gr</sub> Granatgneise**, zum Teil Orthohabitus zeigend, wurden in der Zone von Roveredo ausgeschieden.

**GI<sub>c</sub> Chloritgneise** finden sich als wenige cm bis ca. 20 m mächtige, bänderartige Begleitgesteine und Zwischenglieder des Marmorzuges Castione-Val Traversagna. Öfters führen sie auch Hornblende, Muscovit und Biotit. Sie sind ausgesprochen kristallisationschieferig und sondern plattig ab. Besonders auf dem Querbruch machen sie den Eindruck von Orthogneis.

**G Paragneise.** Paragneise wurden nur in der Zone von Roveredo und in der Zone von Bellinzona ausgeschieden.

Die Paragneise sind meist graubraune bis dunkelbraune, mehr oder weniger granatführende Biotit-(Muscovit-)Gneise und -Schiefer, zum Teil Lagengneise, mehr oder weniger glimmerreich, mit Quarzlagen, -schnüren und -flasern. Sillimanit ist fast stets vorhandener Gemengteil, Granatgneise führen oft Disthen. Das Edukt dieser Paragneise, wie auch der Injektionsparagneise, waren sandige Tonschiefer und tonhaltige Sandsteine.

Die besonders im N-Teil der Zone von Bellinzona die Marmorzüge begleitenden Paragneise sind zum Teil ziemlich feinkörnige, sandig verwitternde Biotit- oder Zweiglimmergneise, öfters injiziert, hie und da mit viel Granat und Disthen; zum Teil hell- oder dunkelviolette quarzitisches Glimmerfelse, kompakt und sehr zähe, oft mit Quarzlagen und plattig. Dazu kommen alle Übergänge zu Kalksilikatfels.

Konglomeratgneise sind anstehend nicht bekannt, doch wurden in der Val Traversagna wenig oberhalb der Mündung der Val di Marco Blöcke gefunden, die eine undeutliche Konglomerattextur zeigten.

**G<sub>ph</sub> Paragneise, Glimmerschiefer, grau, braun, oft hornfelsartig, quarzitisches und reich an Granat und Disthen** wurden nur in der Zone von Roveredo ausgeschieden. Ihre Abgrenzung von den Granatgneisen (GI<sub>gr</sub>) ist unsicher.

**ST Tonale-Serie.** Als Ganzes ist die Tonale-Serie ein einheitlicher isomechanischer Komplex, der im einzelnen jedoch aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzt ist.

Die Hauptmasse der Tonale-Serie besteht aus dunkeln bis hellen Biotit- und Muscovitschiefern, zum Teil mit Chlorit, seltener mit Granat und Staurolith; im Hauptbruch ist das Gestein meist stark glänzend; im Querbruch treten Quarz-Feldspat-Aggregate deutlich hervor. Dazu kommen: graue bis braune Biotitgneise, meist feinkörnig, oft wellig gefältelt, häufig mit weissen, gut begrenzten Feldspatäugen, die Erbsengrösse erreichen können, quarzitisches, glimmerreiche Gneise und Glimmerquarzite, zum Teil weiss, grünlich, braun, Quarzlagen von cm bis einige dm Dicke, schwarze, graphitische Schiefer (Mylonite?), amphibolitische Schiefer und Amphibolite in Lagen von 1 cm bis einigen m Mächtigkeit, aber immer linsenförmig und oft gefältelt; sehr spärlich und selten bis  $\frac{1}{2}$  m dicke Schmitzen von zuckerkörnigem Marmor (zum Teil wahrscheinlich von der Iorio-Trias eingeschleppt) und seltene, nur wenig mächtige Schmitzen von schwarzem, kieseligem Kalk. Im N-Teil oft Zwischenlagerungen von Apliten des „Augengneises von Melirola“. Die Amphibolite und zum Teil auch die quarzitisches, hellen Gneise sind wahrscheinlich umgewandelte Orthogneise.

Die Tonale-Serie ist tektonisch stark beansprucht, namentlich am S-Rand stark zertrümmert und mylonitisiert.

Als Beispiel für die heterogene Zusammensetzung der Tonale-Serie diene das Profil an der Strasse zwischen Val di Melera und Carena.

1. Ca. 50 m N der Strasse, „Augengneis von Melirola“ mit Schieferzwischenlagen.
2. Biotitgneis, braun, plattig, zum Teil mit erbsengrossen Feldspatäugen 15 m. Streichen N 65° E, Fallen 70° N.
3. Helle bis braungraue Muscovitschiefer, 9 m.
4. Braune, feinkörnige Muscovitschiefer-Gneise, 6 m.
5. Muscovitschiefer, wellig, 8—9 m.
6. Amphibolit, 2 m.  
Moräne, 12 m.
7. Wellige Muscovitschiefer, 20 m.
8. Amphibolit,  $\pm 0,5$  m.
9. Biotitschiefer, braun, feinkörnig, 6 m.
10. Muscovitschiefer-Gneise, hellgrau bis gelblich, feinkörnig, 5 m. Streichen N 69° E, Fallen 58° N.
11. Graue, feinkörnige Biotitschiefergneise mit Quarzlagen, 3 m.
12. Rostige Quetschschiefer, 0,1—0,5 m.
13. Feinkörnige Biotitgneise bis Hornfelse, grau, rostig anwitternd, gut geschichtet, aber kompakt, 15 m.
14. Amphibolit, gut geschichtet, 4 m.

15. Wellige Muscovitschiefer mit Amphibolitlagen, aufgeschlossen ca. 15 m. Streichen N 60° E, Fallen 80—85° N.  
Moräne, ca. 50 m.
16. Linse von Dolomitmarmor,  $\pm 0,3$  m.
17. Gefaltete Hornblendeschiefer, braune Schiefer, Quarzitschiefer, wechsel-lagernd, 10 m.
18. Quarzgang, mit sulfidischen Erzen, 0,7 m.
19. Wie 17, 12 m.
20. Graue Muscovitschiefer, 30 m.
21. Graubraune, gequetschte Schiefer mit Marmorschlieren, einige m. Streichen N 53° E, Fallen 70° N.
22. Amphibolit, bröckelig, gequetscht, 5 m (Linse) (Discordanz, Ast der Iorio-Tonale-Linie).
23. Hellgraue Muscovitschiefer, 6 m. Streichen  $\pm$  N 102° E, Fallen 70° N.
24. Braune Biotit-Muscovitschiefer, gequetscht, verdreht, einige m, hierauf Moräne.

Quarzitische Gesteine sind in diesem Profil selten. Sie sind häufiger gegen E, z. B. N des Passo di San Iorio.

**g Graphit, Graphitschiefer.** Ein bis 10 m mächtiges Band von Graphitschiefer beginnt in der Val di Marco und lässt sich über Monti di Solc [731/119,5] W Monti Morera [731,5/119,5] verfolgen bis in die Nähe der Alpe d'Aiano. W Rotonda findet sich Graphit in mehreren Horizonten. In der Val Traversagna folgt dem Bande die Verwerfung, so dass es zum Teil ausgequetscht ist, während an anderen Stellen Graphitblöcke von nahezu m<sup>3</sup> Grösse eingeklemmt sind. Ein Block mit relativ reinem Graphit findet sich in der Rinne W Alpe d'Aiano. Der Graphit ist zum Teil ziemlich rein, überwiegend aber stark verunreinigt durch einen hellen Glimmer und idiomorphen, rosenroten Granat. Der Graphit spielt im erwähnten Band mehr die Rolle eines Schmiermaterials zwischen den vielen Gneis- und Quarzlinen. Abbauversuche während des Weltkrieges auf Morera wurden bald wieder eingestellt.

**A<sub>m</sub> Amphibolite.** Zur Hauptsache sind die in der Karte dargestellten Amphibolite: Plagioklas-, Granat-, Biotit- und Epidot-Zoisitamphibolite; sie zeigen Übergänge zu Hornblende- und Strahlsteinschiefern und zu massigen Hornblenditen, die ihrerseits in Peridotite übergehen.

Die Karte enthält bei weitem nicht alle Amphibolitvorkommen, nur die mächtigeren sind angegeben. Besonders in der Zone von Bellinzona sind Amphibolite sehr häufig, und zwar vor allem in den als ursprüngliche Sedimente gedeuteten Gneisen. Auch in der Tonale-Serie wurden die häufigen Amphibolitlinsen nicht ausgeschieden.

Die Amphibolite treten als Lagen und Linsen in den Gneisen auf; manchmal sind sie scharf vom Nebengestein abgegrenzt, manchmal gehen sie in die Gneise über.

Der Plagioklasamphibolit ist ziemlich feinkörnig (ca. 1—2 mm Korndurchmesser), grano- bis nematoblastisch, mit ca. 50—60 % Plagioklas, gleichmässig hell-dunkel gesprenkelt. Feinkörnigere, fast schwarze Varietäten sind häufig; seltener sind grobkörnige Amphibolite mit Hornblenden von 1—2 cm Länge in feinem Grundgewebe von Plagioklas oder Plagioklas und Hornblende. Diese grobkörnigen Amphibolite sind stets massig. Vorkommen zum Beispiel: Obere Valle d'Arbedo; Val Traversagna, S Rontonda. Fänder- und Fleckenamphibolite sind ziemlich häufig. Die Plagioklasamphibolite treten in linsenförmigen Stöcken und oft langgestreckten Lagern auf. Die einzelnen Vorkommen lassen sich, wie die Marmore, die sie oft begleiten, in Zonen einordnen.

Granatamphibolit findet sich in Schlieren und Flecken in den Plagioklasamphiboliten und ist von diesen nicht scharf abgegrenzt. Ziemlich häufig tritt er in der Nähe von Pegmatiten und aplitischem pegmatitischen Adern auf, welche die Amphibolite durchschlagen. Leicht erreichbare Vorkommen: An der Strasse N Monti della Tagliada [725,4/118,4] und zwischen Monti Malmera-Tabiò (Blatt Bellinzona).

Epidotamphibolite sind verhältnismässig seltener. Vorkommen: Valle d'Arbedo, S von P. 584 [725/119]; E Monte Orbellio (eigentlicher Epidosit) [726,5/118,5], am Weg nach Monte Cò.

Schöne Zoisitamphibolite finden sich in der Val di Grono auf Alpe Cauritto [736,5/120,3].

Der mächtige Amphibolit N Motto della Conca [725/118] zeigt alle Übergänge vom Amphibolgneis über Amphibolit zum Strahlsteinschiefer. In der Val Taglio (Spezialkarte III) führt dieser Amphibolitzug in der Mitte 1—2 m mächtige Anthophyllitschiefer, zum Teil mit Gedrit. Diese Gesteine führen Disthen und bis stecknadelkopfgrossen rötlichen Korund. Gleiche Korundführende Schiefer finden sich im Amphibolit-Peridotit-Kontakt von Caldolia [730/117,6] und am Weg zwischen Val d'Albionasca-Val di Roggiasca.

Helle quarzitisches Aktinolithschiefer finden sich zum Beispiel am Rand der Peridotitlinse von Alpe d'Aiano [735,3/117,5]; S Corno di Gesero; SE Alpe di Gesero und S Alpe Pisciarotundo [728,8/115,5] am Tonalitkontakt.

**O Olivinfelse, Pyroxenite.** Unter dieser Bezeichnung sind in der Karte etwa auch geringmächtige Hornblendite, Strahlsteinschiefer und Amphibolite dargestellt, die mit den Olivinfelsen und Pyroxeniten im engen Verbands stehen.

Die Olivinfelse, Dunite, sind frisch, öglänzend, glashart, splitterig, oft aber oberflächlich und auf Klüften serpentinisiert. Eigentlicher Serpentin kommt auf Blatt Iorio N der Iorio-Tonale-Linie nicht vor. Olivinfels tritt in linsenartigen Stöcken auf, die

gelegentlich lagerartig langgestreckt sind; zum Teil bildet er die ganze Masse dieser Stöcke, zum Teil nur den Kern einer Amphibolit-Hornblenditmasse, oder er führt nur einseitig einen Saum von Hornblendit oder Plagioklasamphibolit.

Pyroxenit tritt ebenfalls in Stöcken und Linsen, aber seltener als Olivinfels auf.

Vorkommen: E Monti Loga [726,5/119,5], Val di Montoi [727,5/119,5], Val di Tri [729,5/119,5], SW Alpe di Gesero [728,9/115,8]. Das Vorkommen E von P. 1541 in der Val Rescignaga besteht aus Olivinfels, Pyroxenit und Amphibolit.

## **B. GEBIET SÜDLICH DER IORIO-TONALE-LINIE, INSUBRISCHE ZONE**

### **1. Überblick über die Tektonik der Insubrischen Zone und die Mylonitisierung längs der Iorio-Tonale-Linie**

von M. REINHARD

(Kartenskizze 1 : 50 000, Taf. III)

Wenig nördlich der tiefen Erosionsfurche der Morobbia verläuft in W-E-Richtung durch das ganze Kartenblatt, von Carmena bis zum Passo di San Iorio, eine der wichtigsten Dislokationslinien der Alpen, die **Iorio-Tonale-Linie**. Sie trennt das Gebiet der Wurzelzone (im N) vom Insubrischen Gebirge (im S). Es handelt sich in Wirklichkeit nicht um eine Linie, sondern um eine 1 bis 2 km breite Dislokationszone, deren N-Grenze an der Tonale-Serie recht scharf abschneidet und deshalb auf der Karte durch eine Dislokationslinie angegeben werden kann; die Zone selbst aber klingt gegen S im Insubrischen Gebirge aus. In dieser Zone sind die Gesteine zu einer oft chaotischen Makro- bis Mikrobrecce verwalzt, während die Tonale-Serie nur am unmittelbaren Kontakt längs der Iorio-Tonale-Linie Verfaltungen und Verschieferung aufweist.

Auch S dieser Dislokationszone ist jedoch das insubrische Kristallin regellos gefaltet, und die Gneise sind mehr oder weniger stark mylonitisiert. Neben primären Wechsellagerungen der verschiedenen Gesteinsarten treten Verschuppungen und Verknütfungen auf, und unzählige schmale Mylonitzonen, von denen nur die auf grössere Strecken verfolgbaren eingezeichnet sind, durchsetzen das Gebirge. N vom Scigno di Poltritone und vom Camoghè ist Schlingenbildung angedeutet. Erst im Gebiet des Grenzkammes ist die Lagerung ruhiger. Zwischen Camoghè und M. Garzirola\*) herrscht 50—60° S- bis SSE-Fallen; S vom M. Garzirola sind die

\*) In der Umgebung auch Monte Gazzirola genannt.



Gneise in flache E-W-streichende Falten gelegt. Unmittelbar NE vom M. Garzirola dreht das Streichen gegen N-S und NNE, am Motto della Tappa ist es vollständig verworren, aber die Giumello-Gneise E La Valletta streichen wieder ruhiger N-S und fallen 40—70° E.

Verbreitung, Art und Intensitätsgrad der Durchbewegung sind auf einer besonderen Kartenskizze (Taf. III) summarisch dargestellt. In der Dislokationszone S der Iorio-Tonale-Linie sind die Orthogneise vorwiegend brecciös, verschiefert, gefältelt, voller Rutschharnische und oft stark chloritisiert. Sie sind mit Paragneisen und seltener mit Amphiboliten verknietet und verfältelt. Guten Einblick in diese nachkristallin unter geringer Belastung erfolgte Durchbewegung vermitteln die Fusswege von Carmena und Carena in die Morobbiaschlucht und die von N her ins Haupttal mündenden Rinnen der Val di Ruscada, Val di Melera und Val di Melirolo. Eine besonders intensiv gestauchte und nach allen Richtungen in Falten gelegte Mischgneiszone (aplitisches injizierte Gneise mit Amphibolitzwischenlagen) ist bei der Morobbiabrücke von Carmena gut aufgeschlossen.

In der Val di Carena, am Weg beim Rauhwasckevorkommen (300 m E Carena), findet sich eine Grobbreccie von verschiedenartigen Gesteinen in Linsen- und Blockform. Fast jeder aus dem Grashang hervorragende Felskopf ist hier von seinem Nachbarn verschieden. Grob- bis feinflaserige und geschieferte Orthogneise, Chloritsericitgneise, Hornfelsgneise, Quarzit, Rauhwascke, grünlichgrauer Phyllit und Mylonitbreccien sind hier auf kleinem Raum vertreten, und bachaufwärts, bis zu den Tonale-Schiefern, herrschen graugrüne, mylonitische Ortho- und Paragneise, in allen Richtungen von einem dichten Netz von Rutschharnischen durchzogen, vor. Ähnlich sind in der Val Giggio, gleich oberhalb der Einmündung der Valletta, die Ortho- bis Mischgneise stark zerknittert, geschiefert, gefältelt und voller Rutschharnische und Mylonitzonen. Intensive Breccien- und Mylonitbildung kennzeichnet auch den S-Hang der Morobbia, zwischen dem W-Rand der Karte und der Valletta, sowie die beiden Talhänge der Valletta.

Auch die Kalke und Dolomite des Triaszuges Iorio-Carena sind in die Verschuppung einbezogen worden. Die kristalline Unterlage ist im unmittelbaren Kontakt zu schwarzen Mylonitschiefern und tektonischen Breccien ausgewalzt; innerhalb der Trias finden sich gelegentlich Schuppen von Gneis- und Kalkmyloniten.

Unter grösserer Belastung dürfte sich die nachkristalline Durchbewegung der Stabiello-Gneise und die Bildung der zahlreichen schmalen Mylonitzonen abgespielt haben. Intensivste Stauchung der Stabiello-Gneise ist besonders schön auf dem Grenzkamm am Motto della Tappa sichtbar. Ob die Einlagerung von Phylliten am Monte Garzirola Ultramylonitschiefern entspricht, ist nicht endgültig festgestellt.

Von den unzähligen schmalen Mylonitzonen, die topographisch als Wildbachrinnen und Lawinentobel in Erscheinung treten, mögen als besonders schöne Beispiele folgende erwähnt sein: S von S. Antonio, bei Costa del Albora; Bachriss E Monti Pisciarotto; Alpe Pisciarotto; ferner die Mylonitzonen von der oberen Valletta zum Scrigno di Poltritone, am E-Hang der Valletta und von Al Buco zum Motto della Tappa. Das charakteristische Gestein dieser Mylonitzonen ist ein dunkelgrauer bis schwarzer, dichter, kompakter bis schieferiger Ultramylonit. Paragneise neigen besonders stark zur Mylonitbildung, Amphibolite sind äusserst widerstandsfähig.

Die geschilderten nachkristallinen Durchbewegungen sind wohl eine Folge der alpinen Orogenese. Infolge Anpressens des insubrischen Sockels an die Wurzelzone wurden durch tangentialen Schub Verschuppungen, Gneismylonitpakete (Stabiello-Gneis) und unzählige schmale Mylonitzonen gebildet. Mit H. P. CORNELIUS möchten wir annehmen, dass die Iorio-Tonale-Linie auf Vertikalbewegungen zurückzuführen ist. Ob es sich dabei um eine steile Aufpressung und Aufschiebung der Wurzelzone auf das insubrische Hinterland, oder um eine Unterschiebung der insubrischen Zone handelt, bleibe dahingestellt. Dieser doppelten Durchbewegung, durch Tangentialschub während der Alpenfaltung, durch Vertikalverschiebung am Schluss derselben ist die chaotische Verwalzung der Gesteine in dem 1 bis 2 km breiten Bereich südlich der Iorio-Tonale-Linie zuzuschreiben.

## 2. Die Gesteinsserien der Insubrischen Zone

### Trias-Zug des Passo di San Iorio

VON P. KNOBLAUCH

(Siehe Tafel IV)

Die Triasvorkommen der Val di Carena bis zum Passo di San Iorio schliessen sich unmittelbar S an die Iorio-Tonale-Linie an. Die triasischen Gesteine sind nicht metamorph und stehen somit im Gegensatz zu allen eventuell der Trias angehörenden Karbonatgesteinen N der Iorio-Tonale-Linie. Zertrümmerungen und Verwalzungen kommen lokal vor. Der Triaszug lässt sich vom Passo di San Iorio mit einigen, durch Moränenbedeckung verursachten Lücken bis nach Carena verfolgen. W Carena fehlen grössere Triasvorkommen; nur dünne, oft marmorisierte Schürflinge von Dolomit und Kalk innerhalb der Dislokationszone der Iorio-Tonale-Linie deuten die W-Fortsetzung des Triaszuges an.

Keiner der Triasaufschlüsse auf Schweizerboden enthält eine vollständige Schichtfolge; diese kann nur durch Zusammenstellen mehrerer Profile gewonnen werden. Die Altersbestimmung

der einzelnen Stufen ist unsicher und fusst nur auf lithologischen Vergleichen mit der Trias der Süd- und Ostalpen.

H. P. CORNELIUS (Lit. 1) hat die Iorio-Trias mit derjenigen der mittel- und oberostalpinen Decken Graubündens und der Südalpen verglichen; zu letzterer zeigt sie besonders enge Beziehungen.

**Werfénien** (fraglich): auf der Karte nicht ausgeschieden. Siehe Taf. IV, Profil 2 und 5. Fettglänzende, dunkelgrüne bis graue Muscovitchloritschiefer und Granatquarzite mit Schmitzen und Schlieren von feinkristallinem Marmor (ca. 20 m). H. P. CORNELIUS erwähnt, dass er E vom Passo di San Iorio am Südrande des Triaszuges mächtige Konglomeratschichten gefunden habe, die er mit dem Verrucano und den Werfenerschichten vergleicht.

**t<sub>2k</sub> Anisien:** Dolomit in Wechsellagerung mit dünnen Bänken von violetten und grünen tonigen Schiefern, darüber gelbe und bräunliche, zum Teil sandige und flaserige Dolomite. (10–15 m.)

**t<sub>2</sub> Anisien.** Dunkler, stark bituminöser Dolomit, zum Teil mit braunen oder roten tonigen Ablösungen und — im mittleren Teil — mit schwarzen Hornsteinen (ca. 80 m); darüber dünnplattige graue Kalke (mit Lumachellen) und Kalkschiefer (max. 40–50 m). Übergang durch Wechsellagerung ins Ladinien.

**t<sub>3</sub> Ladinien:** Diese Stufe beginnt mit plattigem, schwarzblauem Kalk mit Calcitadern und oft mit gelblichen, dolomitischen Flecken und Schlieren, grau anwitternd (Mächtigkeit einige m). Dann folgen Dolomite, die ausgezeichnet und relativ dünn geschichtet sind (Schichtdicke 10–30 cm, seltener 50 cm), ziemlich hell, gelblich bis rötlichgrau anwitternd. Mittlerer Teil mit Zwischenschichten von schwarzem, dünnplattigem Kalk mit Schlieren und Linsen von gelblichem Dolomit. Der Dolomit zeigt hie und da rote Tönhäute; die obersten m sind dunkler. (Gesamt-mächtigkeit ca. 50 m).

Darüber liegt riffartig ein zum Teil grobbankiger, zum Teil massiger Dolomit, gelblichgrau, seltener etwas dunkel geadert, fleckig, vorwiegend hellgrau anwitternd, hie und da auch mit gelbrötlich anwitternden Lagen und roten Tönhäuten (ca. 50 m).

**t<sub>4</sub> Carnien:** Die Basis wird gebildet durch einen gut geschichteten bis bankigen, grauen bis fast schwarzen Dolomit mit Tönhäuten auf den Schichtflächen und dünnen Schieferzwischenschichten. Anwitterung grau bis gelblichgrau, rau (5 m). Dann folgen Dolomitschiefer, sandig oder dicht, gelblich- bis blaugrau, oft fast schwarz, rostig anwitternd. Sie zerfallen scharf rhomboedrisch, bröcklig, blätterig (einige m).

**t<sub>4r</sub> Carnien (Raiblerschichten).** Rauhwacke, riffartig, Schichtung nur selten angedeutet. Zum Teil mit rötlichem oder weisslichem, zuckerkörnigem Dolomit. Besonders am N-Rand führt

sie eckige Trümer von Dolomit, Amphibolit und Gneis, der aus der Tonale-Serie stammt, und entspricht einer Reibungsbreccie (30 m).

**t<sub>5</sub> Norien:** Weisser, grobkristalliner, bankiger Dolomit, der gelbgrau anwittert, mit Dendriten und schwarzen Punkten (5 m). Darüber gelblich-weisser, brecciöser, zucker-körniger Dolomit (5 m) und schliesslich feinkristalliner, kreide-weisser, bankig-knaueriger Dolomit, grauweiss anwitternd (4 m).

### Kristallin

VON M. REINHARD

**GO' und GO'A Orthogneise und Mischgneise mit vorwiegend Orthomaterial.** Grössere zusammenhängende Orthogneiskomplexe fehlen in der Insubrischen Zone des Kartenblattes. Eine vorwiegend aus Orthogneisen bestehende schmale Zone schliesst unmittelbar im S an die Iorio-Tonale-Linie an (Valle Morobbia). Am W-Rand des Kartenblattes ist sie am mächtigsten und einheitlichsten entwickelt. Hier macht sich auch die anderwärts in dieser Orthogneiszone herrschende Mylonitisierung am wenigsten geltend. Die streckenweise unzugänglichen Schluchten der untersten Val Maggina und der Morobbia südlich S. Antonio liegen in diesem Orthogneiszug, der sich gegen E bis in die Val Giggio verfolgen lässt. Näheres über Zusammensetzung und nachkristalline Durchbewegung dieser keineswegs einheitlichen Zone findet sich S. 70.

Die weiteren Orthogneisvorkommen haben die Form wenig ausgedehnter Linsen und Platten. In der Val Maggina (S Carmena) tritt eine solche Linse bei Costa del Albora auf, eine andere findet sich weiter talaufwärts bei der Alpe dei Fonti. Der S-Abhang des Camoghè wird von einer wenig mächtigen Mischgneisplatte gebildet; weitere dünne Einlagerungen von Hornblende führendem Mischgneis finden sich am SW-Grat und in der N-Wand des Camoghè. Am E-Hang der oberen Valletta streicht eine Orthogneislinse von der Alpe Valletta über Al Buco zum Grenzkamm und weiter auf italienisches Gebiet. Ortho- und Mischgneislinsen von geringer Ausdehnung finden sich in grösserer Zahl südlich Carena zwischen den Monti Pisciarotto und der Motta Grande.

Trotz der geringen Ausdehnung der erwähnten Ortho- und Mischgneisvorkommen ist ihr Inhalt starkem, oft schrittweisem Wechsel unterzogen, sowohl was Textur als Mineralgehalt anbelangt. Grob- bis feinflaserige Biotit- und Zweiglimmergneise wechsellagern mit lagigen, dünnflaserigen bis schieferigen, feinkörnigen, aplitischen Muscovitgneisen. Hornblende führende Varietäten sind selten (am Camoghè und südlich Carmena). Allen gemeinsam ist ein Gehalt an Kalifeldspat, meistens Mikroklin, der in den aplitischen Gneisen am grössten ist. Die Grenzen gegen das

Nebengestein sind oft verwischt. Durch Abnahme der Korngrösse und Verschwinden des Kalifeldspates gehen die Ortho- bis Mischgneise in die sie umgebenden Muscovitschiefergneise (Giumello-Gneis) oder in Zweiglimmergneise mit Feldspatäugen über.

### **Mischgneise mit vorwiegend Paramaterial bis Paragneise**

**GI' Muscovitschiefergneise mit Tonerdesilikaten (Giumello-Gneis).** Das nach dem Mottone di Giumello (Berg im Grenzkamm SW Passo di San Iorio) benannte Gestein ist ein silberglänzender, dünnflaserig-schieferiger Muscovit-Albitgneis mit ebenem, seltener gewelltem, knotigem Schieferbruch und rostiger Anwitterung. Neben Muscovit tritt häufig auch mehr oder weniger chloritisierter Biotit auf. Andalusit, seltener Disthen, Staurolith und Granat sind weitverbreitete Gesteinsgemengteile, die allerdings häufig fast vollständig verglimmert sind. Wo der Gneis von Schwärmen von Quarzlinsen und -schnüren durchsetzt ist, treten Andalusit mit Quarz und Albit, oder Disthen mit Quarz vergesellschaftet in grösseren Knauern auf. Im Schliff erweist sich der Albit von Quarz durchsiebt, und zu den erwähnten Mineralien gesellt sich noch winziger Turmalin und, seltener, Cordierit. Tonerdesilikatknauern finden sich reichlich im Gestein bei der Alpe Giumello. Infolge ihrer grösseren mechanischen Widerstandskraft sind Andalusit- und Disthenknollen im Schutt der Valletta und der oberen Val Maggina angereichert. Über faustgrosse, bis 1 kg schwere Andalusitknauern und noch grössere, Disthen führende Quarzknauern mit Disthenkristallen bis zu 3 cm Breite und 10 cm Länge wurden hier gefunden. Die Vorkommen zeigen grosse Ähnlichkeit mit denjenigen im Silvretta-Kristallin. Strichweise entwickeln sich im Giumello-Gneis Albitporphyroblasten, und das Gestein geht in einen Albitknotengneis über. Der Giumello-Gneis dürfte dem Albitknotengneis (H. P. CORNELIUS) der Catena Orobica entsprechen.

Durch Anreicherung an Feldspat kann der Giumello-Gneis allmählich in Orthogneis übergehen, durch Verkleinerung des Kornes und Abnehmen des Muscovitgehaltes in Paragneise, durch Auswalzung in mylonitische Gneise (Stabiello-Gneis). Übergänge zu den beiden letztgenannten Gneisen und Wechsellagerungen mit ihnen sind verbreitet; die Ausscheidung auf der Karte ist infolgedessen oft willkürlich. Auf eine Ausscheidung von Übergangstypen musste bei der Kartierung verzichtet werden.

Das Vorkommen der Giumello-Gneise beschränkt sich hauptsächlich auf zwei getrennte Gebiete. Ein recht einheitlicher, vorherrschend Andalusit führender Giumello-Gneiskomplex findet sich am SE-Rand der Karte, zwischen der Val Giggio im N, dem Grenzkamm im SE und der Valletta im W. Von W gegen E nimmt

hier im grossen und ganzen die Kristallinität ab, die Schieferung zu, so dass gegen den Passo di San Iorio stark schieferige, und statt muscovitischen eher sericitische Varietäten vorherrschen. Ein anderer, weniger einheitlicher und öfters mit Para- und Mylonitgneisen wechsellagernder Giumello-Gneiszug zieht von der SW-Ecke der Karte zwischen Camoghè und Garzirola durch gegen den Scrigno di Poltritone. Hier ist er mit Mylonitgneisen verschuppt. Neben Andalusit treten in dieser Zone oft auch Disthen, seltener Staurolith, Turmalin und Granat auf. Einlagerungen von Muscovitschiefergneisen finden sich an mehreren Stellen im Paragneiskomplex. Wo sie einigermaßen zusammenhängende Zonen bilden, wurden sie auf der Karte ausgeschieden, zum Beispiel in der N-Wand des Camoghè und in der mittleren Val Maggina.

**G's Mylonitische Gneise (Stabiello-Gneis).** Der typische Stabiello-Gneis findet sich am Grenzkamm SW und NW Monte Stabiello und reicht nordwärts bis zum Scrigno di Poltritone. Es ist ein hell- bis dunkelgraues, feinkörniges bis fast dichtes Gestein, oft mit einem Stich ins Bräunliche oder Violette, meistens feinflaserig-gefältelt, seltener mit mehr ebenem Flaserbruch, mit verbogenen Sericit- und Muscovitflatschen auf der gewellten Schieferfläche. Die Fältelung ist gequält, oft ins Brecciöse übergehend. Vereinzelt treten Quarzknuern und dünne Quarzlagen auf, die die Fältelung mitmachen und dann ptygmatischen Fältelungen täuschend ähnlich sehen. Zahlreich sind Einlagerungen von weniger mylonitischen Gneisrelikten, die die ursprüngliche Gesteinsnatur noch erkennen lassen. Vorherrschend sind Giumello-Gneisrelikte und solche von Hornfelsgneisen, ausnahmsweise solche von Ortho- oder Mischgneisen. Diese Relikte und die randliche Verfälschung von Stabiello-Gneis mit Giumello-Gneis deuten darauf hin, dass der Stabiello-Gneis einen intensiv mylonitisierten Gneiskomplex, besonders von Giumello-Gneis, darstellt. Das Schliffbild bestätigt und vervollständigt diese Feststellung. Das Gestein besteht aus einem feinen Feldspat-Quarzgeriesel mit grossen verbogenen Muscovitporphyroblasten und Sericitsträhnen (verglimmerter Andalusit). Turmalin in winzigen Körnern ist nur spärlich, aber fast stets vorhanden; vereinzelte grössere Turmalinkörner liegen unversehrt im feinen Quarz-Feldspatgekröse.

Der Stabiello-Gneis hat sein Hauptverbreitungsgebiet auf dem Grenzkamm, zwischen Garzirola (SW), Stabiello (Mitte) und Motto della Tappa (NE). Von hier zieht, wie erwähnt, ein Lappen gegen NW bis zum Scrigno di Poltritone, wo Stabiello- und Giumello-Gneise miteinander verschuppt sind. Typische Stücke von Stabiello-Gneis finden sich im Schutt der oberen Valletta. Am Motto della Tappa ist die Stauchung und Mylonitisierung

besonders intensiv; am M. Garzirola zeigt der Stabiello-Gneis die sonst typische gequält-brecciöse Fältelung nicht mehr; der Gneis ist ebenschieferig, mit kleinen Muscovitschuppen auf dem Schieferbruch, und es finden sich Übergänge zu den hier eingelagerten Phylliten.

**GI' A    Zweiglimmergneise mit spärlichen Feldspataugen.** Der typische Vertreter ist ein dünnflaseriger bis schieferiger Zweiglimmergneis mit welligem Schieferbruch und konglomeratartigem Aussehen infolge eingesprengter weisser Feldspataugen. Die Gestalt dieser Feldspatporphyroblasten ist kugelig bis dicklinsig; die linsenförmigen sind in der Schieferebene abgeplattet, ihr Durchmesser schwankt zwischen 1 und 10 cm. Der Abstand zwischen den Augen beträgt ein Vielfaches ihres Durchmessers, sie sind umso dichter gedrängt, je kleiner sie sind. Die Augen bestehen oft nicht aus einem einheitlichen Kristall, sondern sind aus verschiedenen orientierten, grösseren Individuen zusammengesetzt. Auf den Spaltflächen ist schon von blossen Auge eine starke Durchsiebung bemerkbar. Die ausgelappten und durcheinander gewachsenen Individuen bestehen aus äusserst feinverzwillingtem, von Quarz und Muscovit durchsiebtem Albit, oft in der Form des Schachbrettalbits und dann zuweilen mit antiperthitischen Fetzen von Mikroklin. Um das Feldspatauge findet sich in einzelnen Fällen eine mehrere mm breite schwärzliche Zone, die von feinverteiltem Erzstaub herrührt.

Die feldspatisierten Zweiglimmergneise bilden Einlagerungen und diffuse Zonen in den Paragneisen im Gebiet der Val Maggina. Bei Abnahme der Feldspataugen gehen sie in Paragneise über, bei Zunahme der Feldspatisierung findet Übergang zu Orthogneisen statt. Ähnliche Gneise mit Feldspataugen sind in den Morbegno-Schiefern (H. P. CORNELIUS) der Catena Orobica weit verbreitet.

Der Mischgneischarakter der Muscovitschiefergneise und der Zweiglimmergneise mit Feldspataugen beruht nicht auf einer Injektion, sondern einer diffusen Feldspatisierung, besonders einer Natronzufuhr.

**G'        Zweiglimmer- und Sericitgneise.** Im Gebiet der Val Maggina ist auf der Karte ein Gesteinskomplex von stark veränderlichem Charakter ausgeschieden. Schon die zahlreichen Einlagerungen von Orthogneislinsen, feldspatisierten Zweiglimmergneisen, Muscovitschiefergneisen und Amphiboliten zeigen, dass es sich um eine sehr komplexe Zone handelt, in der Übergangsglieder fast aller insubrischen Gneisarten vertreten sind. Primär beruht diese Buntheit wohl auf einem raschen Facieswechsel im ursprünglichen Sediment; verstärkt wurde sie nachträglich durch zonenweise Injektion und Imbibition. Kleinkörnig-gneisige,

dünnflaserige bis schieferige Zweiglimmer-, Biotit- und Sericitgneise, oft Granat führend, wechsellagern miteinander und mit mehr untergeordneten Hornfels-Gneisen, Muscovitschiefergneisen und Amphiboliten. Eine kartographische Ausscheidung der oft nur einige cm mächtigen Lagen ist völlig ausgeschlossen. Häufig zeigt sich, trotz der deutlichen plattigen Absonderung, eine intensive Kleinfältelung in den einzelnen Lagen, eine Erscheinung, wie sie bei den übrigen insubrischen Misch- bis Paragneisen und Amphiboliten oft vorkommt. Beim Aufstieg auf den Camoghè von der Alpe Caneggio durchquert man eine zwischen den beiden Amphibolitziügen durchstreichende, schmale Zone dieses Gneiskomplexes, in der die geschilderten Verhältnisse sehr typisch in Erscheinung treten. In diesem Gneiskomplex und in den nachfolgend beschriebenen Paragneisen vollzieht sich ein für das Insubrische Gebirge bedeutungsvoller Facieswechsel. Die feldspatisierten Zweiglimmergneise, Quarzite und Graphit-Glimmerquarzite finden hier ihr westliches, die Hornfelsgneise und Biotitgneise mit granuliertem Plagioklas (Ceneri-Gneis), beide mit zahlreichen Kalksilikateinschlüssen, ihr östliches Ende.

### Paragneise

In der Morobbiaschlucht, zwischen der Brücke von Melera und der Einmündung der Valletta, und am S-Hang der Valle Morobbia findet sich ein Komplex von wenig metamorphen Sedimentgneisen, in welchem feinkörnige Hornfelsgneise, Hornblendeschiefer und Amphibolite, graphitische Glimmerquarzite und Quarzite oft so innig miteinander wechsellagern, dass die auf der Karte zur Darstellung gelangte Ausscheidung nur als summarisch betrachtet werden darf. Sämtliche Glieder dieser Serie sind reich an sulfidischem Erzstaub und zeigen deshalb eine braune Patina; nur die Hornfelsgneise machen von dieser Regel eine Ausnahme. Guten Einblick in diesen wechselvollen Paragneiskomplex erhält man am Weg von Carena in die obere Valle Morobbia (Val Giggio-La Valletta), am Pfad von der Val di Carena in die Morobbiaschlucht und in den Bachrissen der Monti Pisciarotto und Monti Schena.

**P' Hornfelsgneise.** Die feinkörnigen bis fast dichten, grauen, grünlichen oder braunen Hornfelsgneise sind dünnplattige Gesteine mit ebenem, glimmerigem Schieferbruch. Im Schliff ist bei reichlichem Gehalt an Glimmer Kristallisationsschieferung stark ausgeprägt. Die grauen, kompakten Hornfelse sind glimmerarm, in den grünlichen ist der Biotit chloritisiert, in den dünnbankigen braunen frisch und reichlich vertreten. Winzige Granatkörnchen sind stets vorhanden, umso reichlicher, je glimmerärmer und quarzreicher das Gestein ist. Ausser im erwähnten Gebiet



findet sich ein schmaler Hornfelsgneiskomplex mit spärlichen amphibolitischen Einlagerungen bei der Alpe Caneggio am W-Rand der Karte.

**P'<sub>A</sub> Hornblendeschiefer und Amphibolite.** Die feinkörnigen und feinschichtigen, einige cm bis 20 m mächtigen Hornblendeschiefer- und Amphiboliteinlagerungen zeigen ausgezeichnete Kristallisationsschieferung und führen viel Ilmenit und Leukoxen, sporadisch auch Granat. Sie dürften Derivate mergeliger Sedimente darstellen. Sie sind den Hornfelsgneisen konkordant eingelagert und stellenweise mit denselben intensiv verfaltet (Morobbiabrücke von Carena).

**P'<sub>q</sub> Quarzite.** Die hell- und dunkelgrau gebänderten oder unregelmässig geflammten, seltener rein weissen Quarzite bilden Einlagerungen in den Hornfelsgneisen, die höchstens 20 m mächtig werden. Bei Aufnahme von Feldspat ( $\pm$  Glimmer) gehen sie in diese über, bei Zunahme von Glimmer finden Übergänge zu Glimmerquarziten und Sericitquarziten statt. Die Bänderung und Flammung beruht auf rhythmisch verteiltem Erzstaub. Das widerstandsfähige Gestein bildet stellenweise die Felsen, die E von Carena die Morobbiaschlucht dominieren. S von Carena, bei P. 768 in der Morobbiaschlucht, bedingen die Quarzite einen Felsriegel, über den die Morobbia in einem 20 m hohen Wasserfall stürzt. Am Pfad von der Val di Carena zur Morobbia findet sich im Quarzit eine 1 dm mächtige Schmitze von kristallinem Kalk.

Bei der zerfallenen Hütte bei P. 1838, ungefähr 400 m E des Scigno di Poltritone [728,75—112,25] ist der dort durchstreichenden Mylonitzone eine wenige m mächtige Schuppe von feingebändertem Quarzit eingelagert. Die weissen und dunkelgrauen, vollkommen ebenen Lagen (0,1 bis 2 mm) sind im Schliff ganz schwach angedeutet durch zeilenförmige Anreicherung von winzigem Granat (0,05 mm), Erzstaub und Biotitschüppchen.

**P'<sub>g</sub> Glimmer-Graphitquarzite.** Durch Aufnahme von Glimmer und Graphitstaub gehen die Quarzite in schieferige, ebenflächige bis gekräuselte, dunkelgraue Quarzgraphitglimmerschiefer mit silberglänzendem Schieferbruch über. Die dunkle Farbe beruht nicht nur auf dem Graphitgehalt, sondern auch auf einer fein verteilten Erzimprägnierung. Besonders reichliche Einlagerungen dieser Glimmerquarzite finden sich im Gebiet der Monti Moneda, Monti Schena und Monti Pisciarotto, wo sie in den Bachrissen gut aufgeschlossen sind. Hier trifft man gelegentlich auch auf Granat führende Varietäten. Im Bachriss E Monti Moneda, etwa 10 m bachaufwärts von der Brücke des Pfades nach Carena, entspringt aus den Glimmerquarziten eine Eisensulfatquelle. Die Glimmergraphitquarzite scheinen den Quarz-

phylliten (Pejo-Quarzite, HAMMER) der Catena Orobia und der Oetztaleralpen zu entsprechen.

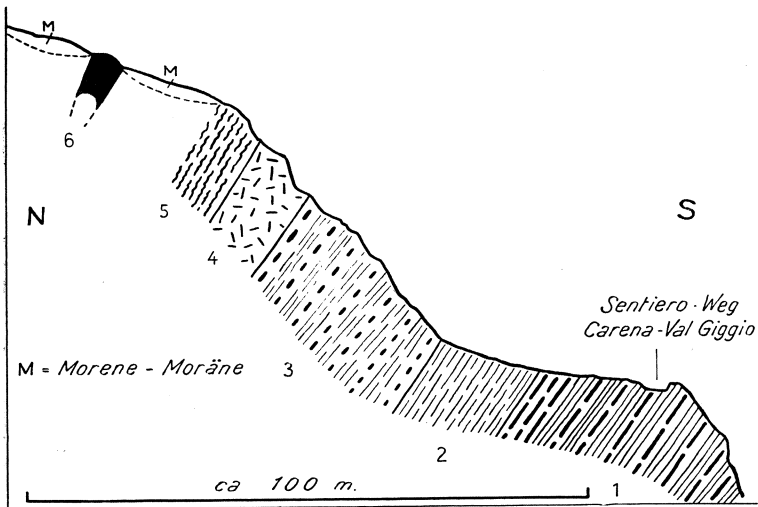
**P<sub>h</sub> Phyllite.** Am Kamm zwischen Monte Garzirola und Cima Segür, in der SW-Ecke der Karte, ist dem Stabiello-Gneis eine schmale Zone von dichten, entweder kompakten und dann in scharfkantig polygonale Stücke brechenden, oder feingeschichteten und dann gefältelten und gekräuselten, gelblichen und grauen Phylliten eingelagert, die mit den hier nicht mehr ganz typischen Stabiello-Gneisen durch Übergänge verbunden sind. Der Schliff zeigt ein feinstes Quarz-Sericit-Graphit-(Erz?)Gereibsel, in dem „Einsprenglinge“ von wasserklarem Albit (0,1 mm Durchmesser) und Muscovit eingebettet sein können. Auffallend ist ein reichlicher Apatit- und ein geringerer Turmalingehalt. Die Textur ist oft strähnig-gefältelt, seltener streng linear. Ob es sich bei diesem Gestein um ein kaum rekristallisiertes Sediment oder um einen Ultramylonitschiefer des Stabiello-Gneises handelt, konnte nicht entschieden werden, doch ist die zweite Annahme wahrscheinlicher.

**A<sub>m</sub> Amphibolite.** Ausser den erwähnten amphibolitischen Einlagerungen in den Paragneisen kommen mächtigere Amphibolitlagen von mehr massiger Textur und größerem Korn am Camoghè und im Gebiete der Valletta vor. In den randlichen Partien finden sich auch hier Wechsellagerungen und Verfaltungen mit Paragneisen, und die Amphibolite erscheinen oft gebändert infolge dünner, wenige mm bis mehrere cm mächtiger, weisser zuckerkörniger Lagen. Diese bestehen aus Quarz und saurem Plagioklas mit Saussuritnestern und sind meistens vollkommen eben und streng parallel, seltener perschnurartig eingelagert. Auch die weniger häufigen Epidot- und Zoisitamphibolite zeigen oft eine solche gebänderte bis flachlinsige Textur. Die Amphibolite des Camoghè sind häufig weiss gesprenkelt (Saussuritnestchen). In grobkörnig-schlierigen Amphiboliten des Camoghè und der Valletta finden sich Nester, mäanderartig geschlungene Schnüre und bis einige dm mächtige Lagen von fleischrotem Granat- und von hellgrauem Zoisitfels. Im Schliff gesellen sich, namentlich im Zoisitfels, zum  $\alpha$ - $\beta$  Zoisitsymplektit, grosse Titanit-, Apatit- und Calcitkristalle. Seltener sind Schlieren von feinkörnigem Uralitgabbro und von Granatamphibolit mit haselnussgrossen Granaten. In der Val Giggio, wo der Amphibolitzug in einer epigenetischen Flusstrecke gut aufgeschlossen ist, findet sich eine wenige dm mächtige Einlagerung von schlierig-brecciösem Diopsid-Strahlsteinfels mit Nestern und Knauern von basischem Plagioklas und Calcit. Die ganze Linse ist von Calcit durchtränkt und führt reichlich Apatit und Zoisit, seltener Talk. Die plattigen Amphibolite scheinen hier recht einheitlich und ruhig 40–50° gegen SE

zu fallen; die einzelnen Lagen sind jedoch in sich gefältelt und zeigen linsige Textur.

**O Olivinschiefer, Serpentin, Talkschiefer, Strahlstein- und Hornblendeschiefer.** Zwei Einlagerungen von metamorphen Ultrabasiten, deren Mächtigkeit in beiden Fällen maximal etwa 20 m betragen dürfte, finden sich im insubrischen Grundgebirge in unmittelbarer Nähe der Iorio-Tonale-Linie.

1. 500 m ESE Carena, jenseits der Val di Carena, kreuzt der Weg in die obere Valle Morobbia (Val Giggio-La Valletta) einen kleinen Bachriss, der sich gleich oberhalb des Weges gabelt. Im östlichen Riss, etwa 30 m über dem Weg, ist den Paragneisen eine Schuppe von verschieferem Serpentin eingelagert. 250 m weiter östlich, kurz vor Val di Ruscada, überquert der Weg ein grösseres Tobel, in welchem dieselbe Linse besser aufgeschlossen und komplexer gebaut ist. Über die Gesteinsfolge gibt untenstehendes Profil Aufschluss.



1. Amphibolit mit Paragneislagen.
2. Muscovitschiefergneis mit stärker feldspatisierten Lagen.
3. Lagig-schieferiger, dunkelgrauer Serpentin mit papierdünnen, subparallelen Chrysotillagen und silberigem, schuppig-glimmerigem Schieferbruch und schwarzen, lagig-schieferigen bis schlierigen Olivin- ( $\pm$  Serpentin-)Strahlsteinfelsen.
4. Massiger bis schlieriger, mittel- bis feinkörniger, dunkel- bis hellgrünlichgrauer Strahlsteinfels (Bronzitfels ähnlich), mit Olivin, Orthaugit, Erz und Karbonat.
5. Lagig-flaseriger Amphibolit, mit hellgrünlichgrauen Flasern von Zoisit, Prehnit und Saussurit.
6. Rauhwaacke (zur Iorio-Trias gehörend).

2. In der Val Giggio steckt in den leicht gesackten Amphiboliten eine Linse von massig-schlierigem, dunkelgrünem Serpentin mit lauchgrünen, kantendurchscheinenden Partien. Zahlreiche Serpentinblöcke finden sich hier längs des Pfades am Ufer der Morobbia. Gegen den Costone di Giumello hinauf treten noch vereinzelt Serpentin, Talkschiefer und Talkmagnetitfels auf. Auf dem Costone di Giumello liegen im Wald zerstreut halb anstehende Linsen und Blöcke von Strahlstein- und Strahlsteinchloritschiefer, Serpentin und Serpentinchloritschiefer, und von einem flaserigen, hellgrün und weiss geflammten Zoisit-Strahlsteinfels, der im Handstück das Aussehen eines Saussurit-Uralit-Flasergabbros hat.

Ähnliche Vorkommen müssen auch dem Amphibolitzug des Camoghè eingelagert sein. Am NE-Hang dieses Berges, in der Val Maggina, finden sich Blöcke von Strahlstein- und Chloritfels mit viel Leukoxen und Calcitnestern. Das Anstehende konnte jedoch in den unzugänglichen Wänden nicht nachgewiesen werden.

δβ **Diabasgänge.** Die anderwärts im insubrischen Kristallin schwarmweise auftretenden Diabasgänge sind innerhalb der Karte nur durch zwei winzige Vorkommen vertreten. Ein im Gipfelschutt der Cima Segùr [727/109] nur auf einige m aufgeschlossener Gang besteht aus einem schwarzgrauen, hellgrünlich-grau anwitternden feinkörnigen Diabas. Ein 1 m mächtiger Hornblendebiabas-Lagergang findet sich in den Hornfelsen mit Amphiboliteinlagerungen am W-Rand der Karte S Alpe Caneggio. In der Valletta liegen von den Alphütten talaufwärts vereinzelt Diabasporphyritblöcke im Schutt; das Anstehende (am W Talgehänge) konnte aber nicht aufgefunden werden.

**Kristalline Kalke.** Schmitzen und Linsen von weissem oder grauem kristallinem Kalk (auf der Karte nicht ausgeschieden) finden sich an folgenden Stellen: im Quarzit am Pfad von der Val di Carena in die Morobbiaschlucht; im Amphibolit der epigenetischen Strecke in der Val Giggio; in einer Amphiboliteinlagerung der Hornfelsgneise E von den obersten Hütten der Alpe Caneggio; im Amphibolit auf dem SW-Grat des Camoghè. Vereinzelt Blöcke wurden in der Mylonitrunde, die von der oberen Valletta gegen NW zum Scigno di Poltrinone zieht, und am Fussweg von der Valletta zur Alpe Pisciarotto gefunden.

## C. QUARTÄRE BILDUNGEN

VON P. KNOBLAUCH und M. REINHARD

**Gehängeschutt** findet sich am Fusse steiler Felspartien und in den trockenen Schuttkegeln an der Mündung der Rinnen.

**Gelockerte und im Schichtverband abgerutschte Felsmassen** treten in der Val Giggio (Costone di Giumello) und in der Val Maggina, unbedeutend auch in der Gegend der Monti Laura und Alpe della Costa auf. In den vorherrschend steil stehenden Schichten ist häufig und auf grosse Strecken Hakenwerfen der Schichtköpfe zu beobachten; aus solchen Partien sind oft Bergstürze hervorgegangen.

**Bergstürze.** Bergstürze sind von folgenden Orten zu nennen: N Lumino, Val Traversagna, Val di Grono, Motto d'Arbinetto, Alpe Caneggio und bei den Monti Moneda. Die bedeutendste und wegen der eingehenden geodätischen Vermessungen interessanteste Sturzmasse ist der

### Bergsturz des Motto d'Arbino

Über dieses geologisch interessante Ereignis sind wir durch die Vermessungen der Eidg. LANDESTOPOGRAPHIE sehr gut unterrichtet.

Spezialkarte I (1:25 000), stellt das Gebiet vor dem Absturz vom 2. Oktober 1928 dar (Messtischaufnahme 1902, Alter Horizont R.P.N. = 376,86 m).

Spezialkarte II (1:25 000) ist luftphotogrammetrisch aufgenommen nach dem Absturz vom 2. Oktober 1928 (Neuer Horizont R.P.N. = 373,6 m). Reduktion aus dem Übersichtsplan 1:10 000, 1933/35.

Wenn diese beiden Karten wegen des verschiedenen Messverfahrens auch in vielen Punkten voneinander abweichen, so gibt ihr Vergleich doch gute Auskunft über die gewaltigen, durch den Bergsturz erzeugten Änderungen der topographischen Verhältnisse.

Spezialkarte III gibt die Geologie des Bergsturzgebietes vor dem Sturz nach den Aufnahmen von P. KNOBLAUCH. Als Grundlage diente die in Spezialkarte I gegebene Topographie, vergrössert auf 1:12 500.

Spezialkarte IV, Geodätische Karte, orientiert über die an gewissen Punkten von 1924—1928 gemessenen Verschiebungsbeträge.

Auf dem Atlasblatt 516 Iorio selber ist der heutige Zustand als einheitliche Halde von Bergsturzschutt dargestellt.

Wahrscheinlich hat schon in prähistorischer Zeit im Anschluss an die tiefe Erosion der Valle d'Arbedo am N-Hang des Motto d'Arbino ein von unten nach oben greifender, ausgedehnter Hakenwurf eingesetzt und allmählich die ganze Kuppe des Motto d'Arbino aus dem Gleichgewicht gebracht. Die Schichtlage weicht nur um  $\pm 10^\circ$  von der Vertikalen ab; sehr steiles Nordfallen herrscht vor. Der Böschungswinkel des Motto d'Arbino-Nordhanges beträgt im Durchschnitt  $33^\circ$ , im Maximum  $40^\circ$ . Ausser der Steilheit des Abhanges und der allgemeinen Lockerung des Schichtverbandes haben vielleicht auch Auslaugungen in den Marmorzügen zur Entstehung der Bewegung beigetragen. Wichtig ist endlich, dass das Bergsturzgebiet keilartig zwischen zwei ausgesprochenen Bruchzonen liegt: Val Taglio im W und Valle d'Arbedo im N.

Die oberste Abrissfurche lässt sich von Alpe d'Arbino nach E und NE gegen Val Pium bis auf 1400 m Meereshöhe verfolgen (siehe Spezialkarte III). Unter dem Motto d'Arbino dürfte die untere Grenzfläche der bewegten Masse rund 300 m tief liegen.

Wie vorhin gesagt, zeigt Spezialkarte III zwischen Sasso Marcio-Chiara und Bosco Tens einen älteren, wahrscheinlich prähistorischen Felssturz. Ihm folgte am 18. Oktober 1915 der Felsabbruch, der sich ca. 400 m NW des Sasso Marcio loslöste und gegen die Val Taglio hinunter stürzte; drei Menschenleben fielen ihm zum Opfer.

Die Bewegungen, die dreizehn Jahre später zu dem viel grösseren Bergsturz vom 2. Oktober 1928 führten, setzten offenbar schon Ende des letzten Jahrhunderts ein und verstärkten sich im Laufe der Jahre. Der geologischen Beobachtung war es möglich, den Umfang des bewegten Gebietes sozusagen auf den Meter genau abzugrenzen. 1925 machte Ing. M. ZURBUCHEN als Erster auf die Sturzgefahr aufmerksam und berechnete damals die Gesamtmasse des bewegten Gebietes auf 172 Millionen m<sup>3</sup>.

Die ersten Beobachtungen, welche zahlenmässig den Wert der Verschiebungen der Punkte III. Ordnung auf Motto d'Arbino bestimmten, wurden 1924 von der Eidg. LANDESTOPOGRAPHIE ausgeführt, gleichzeitig mit der Ausführung der Triangulation IV. Ordnung in Valle Morobbia und Valle d'Arbedo. Zur selben Zeit wurden verschiedene Kontrollpunkte in der Gegend zwischen Val Taglio und Val Pium von den Vermessungsingenieuren der Eidg. Landestopographie, M. ZURBUCHEN, W. LANG und F. IMPERATORI versichert, signalisiert und beobachtet. Dank dieser während mehreren Jahren wiederholten Beobachtungen war es möglich, die Ausdehnung, Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung zu bestimmen. Dabei wurde festgestellt, dass die Geschwindigkeit bis zum Zeitpunkt des Absturzes stetig zunahm.

In Fig. 1 der Tafel V ist die Gegend vor dem Absturz mit ausgezogenen Kurven dargestellt (Messtischaufnahme 1902); die gestrichelten Höhenkurven zeigen das Gebiet nach dem Absturz (Bodenphotogrammetrische Aufnahme 1928).

Fig. 2 der Tafel V zeigt die drei Profile A, B und C vom trigonometrischen Punkt Motto d'Arbino gegen die Valle d'Arbedo (siehe Fig. 1, Tafel V). Diese Profile veranschaulichen die durch den Bergsturz vom 2. Oktober 1928 veranlasste Verschiebung und Kubatur der bewegten Massen.

Der Hauptsturz erfolgte nach den Aufzeichnungen der Erdbebenwarte Zürich am 2. Oktober 1928 um 15 h 24 m 15,3 s. Schon an den vorhergehenden Tagen waren in zunehmendem Masse Blöcke niedergestürzt und am Vormittag des Sturztages selbst gingen kleinere Felspartien namentlich in die Val Taglio nieder. Beim Hauptsturz sind rund 60 Millionen m<sup>3</sup> Gesteinsmassen bewegt worden, aber nur 25 Millionen m<sup>3</sup> gelangten zum Absturz, und davon liegen etwa 10 Millionen m<sup>3</sup> noch als Bergsturzhalde am Hang zwischen Motto d'Arbino und der Valle d'Arbedo. Kleinere Abstürze folgten noch während der folgenden Nacht, und noch tagelang bröckelten Schutt und Blöcke zu Tal.

Durch diesen Sturz wurden 16 Wohnhütten und Ställe, ca. 1,5 km<sup>2</sup> Wald und die Strasse Arbedo-Alpe Gesero auf einer Länge von 1,3 km zerstört; Menschen und Haustiere fielen keine zum Opfer. Hinter den Schuttmassen staute sich in der Valle d'Arbedo der Bach zu einem kleinen See auf, der sich seither durch den Schuttdamm hindurch entwässert.

Die Hauptmasse, ca. 110 Millionen m<sup>3</sup>, des in Bewegung befindlichen Geländes ist jedoch am 2. Oktober 1928 nicht zum Absturz gelangt, sondern hat sich zur Zeit des Bergsturzes nur um wenige dm bis mehrere m gesenkt. Die Senkungsbewegung dauert noch an; nach dem Sturz nahm sie zunächst ab; 1936 aber, wahrscheinlich infolge der aussergewöhnlich starken Niederschläge im Sommer, hat sie wieder zugenommen. Was die Beurteilung des künftigen Verhaltens dieser Massen betrifft, so ist nicht zu befürchten, dass sie einheitlich und überhaupt je vollständig abstürzen könnten. Zur Hauptsache wird sich nach und nach ein Gleichgewichtszustand herausbilden; kleinere Abbrüche, namentlich gegen die Val Pium sind möglich. Für das Tessintal besteht keine Bergsturzgefahr, jedoch kann eine starke Schuttfuhr aus der Valle d'Arbedo zu Murgängen führen.

**Fluvioglaziale Schotter** finden sich in der Valle Morobbia auf den Terrassen von Carena, Melera, Carmena und talauswärts bis Giubiasco. Sie lassen sich in eine Schotterfläche von ca. 10% Gefälle einordnen. Vermutlich handelt es sich um Schotterbildungen aus der Zeit, da der Tessingletscher noch das Niveau

von Pianezzo (Valle Morobbia, Blatt Bellinzona) erreichte, der Morobbiagletscher sich aber bereits bis E Carena zurückgezogen hatte.

**Moräne** tritt bis 1800—1900 m Höhe auf, meist ist die Bedeckung unbedeutend; einzig in der Valle Morobbia, in der Valle d'Arbedo und der Val Traversagna erreicht sie zum Teil grosse Mächtigkeit. Häufig treten in ihr Rutschungen auf.

Gehängeschutt und Moräne sind oft so stark gemischt, dass eine Trennung nicht mehr möglich ist.

Schwierig ist auch die Trennung der Lokalmoränen von denen der grossen Haupttalgletscher (Tessin- und Moësa-Gletscher). Lokalmoränen finden sich in Val d'Aiano, Val di Roggiasca, Val Rescignaga, Val d'Albionasca, auf den Alpen Cadino, Cadinello und Giggio, und schliesslich in der untern Valletta, am Westhang des Scrigno di Poltrinone, in der obersten Val Maggina bei den Alpen All'Orta und Revolte und NW des Camoghè auf Alpe Caneggio. Unterhalb dieser Vorkommen ist in den Moränen einheimisches und gebietsfremdes Material stets mehr oder weniger gemischt.

Geschiebe des Moësa-Gletschers wurden an folgender obersten Grenze festgestellt: Monti Stavello (Val Traversagna) [733,3/120,2] — Olino (Val Traversagna) — Rotonda [732,4/119] — Monti Laura [728/119,1] — E Monte Cò (Valle d'Arbedo) — NE Alpe della Costa [728,2/116,3]. Daraus, wie auch aus den Geländeformen, lässt sich auf einen höchsten Eisstand des Moësa-gletschers von 1800—1900 m schliessen.

Auch der Tessingletscher reichte weit in die Valle Morobbia hinein. Blöcke von ortsfremden Augengneisen finden sich in der Morobbia-Schlucht bei der Brücke des Pfades Carena-Monti Pisciarotto [728,2/116,3], bei einer Hütte ca. 300 m W dieser Brücke und am S-Hang der Valle Morobbia am W-Rand der Karte auf 970 m Höhe [725,15/113,2].

Am Camoghè und an mehreren Stellen auf der N-Seite des Grenzkammes kam es zur Bildung typischer, oft mehrstufiger Kare.

Schmelzwasserrinnen parallel zum Abhang finden sich auf kurze Strecken etwa 50 m unterhalb Alpe Pisciarotto; am Pfad, der von den Monti Pisciarotto gegen SE hinauf führt und am Ende des Wegleins, das von den Monti Pisciarotto horizontal gegen E läuft.



## D. MINERAL- UND ERZVORKOMMEN, QUELLEN

Das Gebiet von Blatt Iorio ist arm an Mineral- und Erzvorkommen.

**Korund** wurde erstmals von R. STAUB (Lit. 9) erwähnt, der ihn in Strahlsteinschiefergeröllen der Valle d'Arbedo gefunden hatte. Der Korund ist trübcarminrot, tonnenförmig, prismatisch oder plattig; die Prismen zeigen oft schöne Zonarstruktur. Anstehend hat ihn P. KNOBLAUCH gefunden im grossen Amphibolit-zuge an der Strasse in der Val Taglio und im selben Zug unten in der Valle d'Arbedo, welch letztere Stelle nun verschüttet ist. Auch im Amphibolitstock von Cadolcia [729,7/117,6] und am N-Ende des Er di Redenet [732,6/118,6] wurde Korund gefunden. Selten kommt er auch in den Geröllen der Val Traversagna vor. Die Begleitminerale von Korund sind: rhombische Hornblenden und Disthen. Das peridotitisch-hornblenditische Magma scheint tonerdereiche Gesteine aufgeschmolzen zu haben.

**Gold.** 1929 wurden auf der Bahnstation Roveredo Quarzstücke mit Freigold entdeckt, die in den Enden von Tannestämmen eingepresst waren, die aus der Val Rescignaga stammten. Die Tannen waren unweit der sogenannten Fontana fredda (Quelle bei P. 1541 N Alpe Rescignaga) gefällt und hangabwärts zu einem Drahtseil gereistet worden; dabei sind offenbar die Quarz-Goldstücke in die Enden der Stämme geraten. Im ganzen gewann man etwa 25 g Gold in Körnern von 1—2 mm Grösse. Zur Sicherstellung der Goldnatur ist das meiste in Quecksilber gelöst worden. Eine von der Gemeinde S. Vittore veranlasste Untersuchung der betreffenden Gegend auf Gold verlief erfolglos. Freigold wurde nicht gefunden, dagegen ergaben die aus den zahlreichen kleinen Quarzgängen entnommenen Proben in der Analyse etwelchen Goldgehalt. An Abbau ist nicht zu denken.

**Graphit.** Über Vorkommen und Abbauversuche siehe S. 67.

**Sulfidische Erzvorkommen und alte Schürfe.** Konzentrationen sulfidischer Erze, vorwiegend Magnetkies, seltener Pyrit und Arsenkies, tiefgründig oxydiert, mit quarziger Gangart, finden sich besonders auf Mylonitzonen im Gebiet der unteren Valletta. Die aufgelassenen, heute nicht mehr gangbaren, nur mit Hilfe ortskundiger Leute auffindbaren Schürfe sind auf der Karte S und E von Forno La Valletta und bei der Alpe Pisciarotto vermerkt. Die Erze wurden in einem heute nicht mehr bestehenden Ofen bei Forno und in einer Schmelze an der Morobbia, wenig

unterhalb der Einmündung der Valletta, verarbeitet. Einige Häuserruinen und ein Schlackenhaufen zeugen hier noch von der ehemaligen Verhüttung.

**Quellen.** Die starke Bewaldung, die steile Schichtlage, die das Einsickern von Regen- und Schmelzwasser begünstigt und die ausgedehnte und oft mächtige Schuttbedeckung bewirken, dass das Gebiet von Blatt Iorio reich an Quellen ist.

Kleine Schutt- und Moränenquellen sind überall bei stärkerer Schuttbedeckung vorhanden. Grössere Moränenquellen finden sich unterhalb Alpe d'Aiano, auf Alpe Cadino, Alpe Giggio und Alpe Caneggio (N-Abhang des Camoghè). Die Quellengruppe in der oberen Val Pium hat ihr Einzugsgebiet wohl in den ziemlich ausgedehnten Absackungen der Alpe della Costa. Das Wasser dieser sehr ergiebigen und konstanten Quellen wurde seinerzeit von der Gotthardbahn gefasst und nach Bellinzona geleitet (Trinkwasser und Kraftquelle für die SBB-Werkstätten). Der Bergsturz des Motto d'Arbino hat die Leitung zerstört. Weitere Quellen aus Sackungsgebieten finden sich auf Monti Laura.

Bedeutender sind die Schichtquellen und die an Verwerfungen gebundenen Quellen. Eine schöne Schichtquelle liegt N der Alpe Fossada (Val Giggio); sie entströmt den untern Schichten des Augengneises. Weitere Schichtquellen finden sich auch in den sogenannten Valli delle Fontanelle, den Tobeln östlich Monti Ruscada (Val Giggio). Sie entspringen zum Teil dem stark geschieferten, aplitischen Tonalit, zum Teil den Augengneisen und der Tonale-Serie. Die ganze Gemeinde Roveredo bezieht ihr Wasser aus einer einzigen Schichtquelle, die auf den Monti Soltima (Val Traversagna, E-Seite) aus einem Orthogneis austritt.

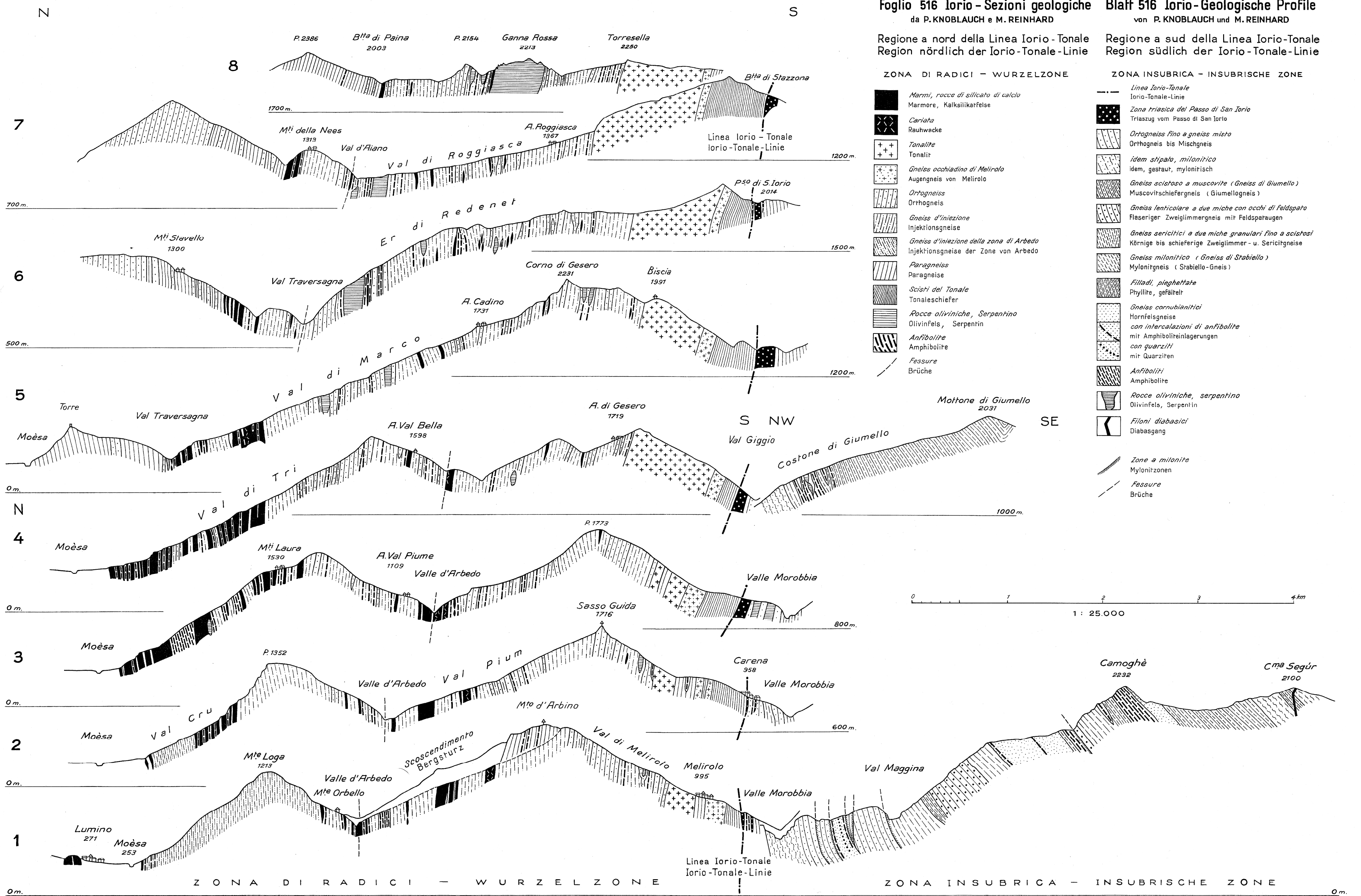
Weitere Schichtquellen liegen S unterhalb den Alpen Croveggia und Pisciarotundo (Valle Morobbia, Nordhang), in der Val Viola (Val Traversagna, E-Seite) und bei Olinio (Val Traversagna, E-Seite), sowie an verschiedenen Orten in der Val Traversagna unter- und oberhalb der Mündung der Val di Marco und in der Val di Tri. Die Schichtquelle bei den Monti delle Fontane (Valle d'Arbedo) liefert das Wasser für Arbedo.

Ausgesprochene Verwerfungsquellen treten auf in der Talsohle der Valle d'Arbedo E der Val Pium und im Tobel SE der Alpe Val Bella; die letztern liefern schätzungsweise über 1000 Minutenliter. Eine Eisensulfat-haltige Quelle liegt im Bach-tobel S Carena, E Monti Schena [727,35/113,65].

---

## WICHTIGSTE NEUERE LITERATUR

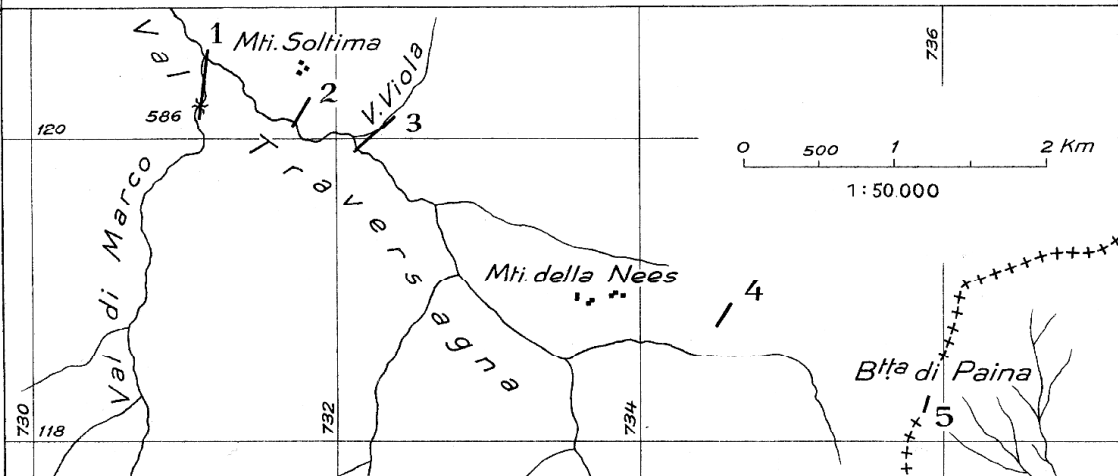
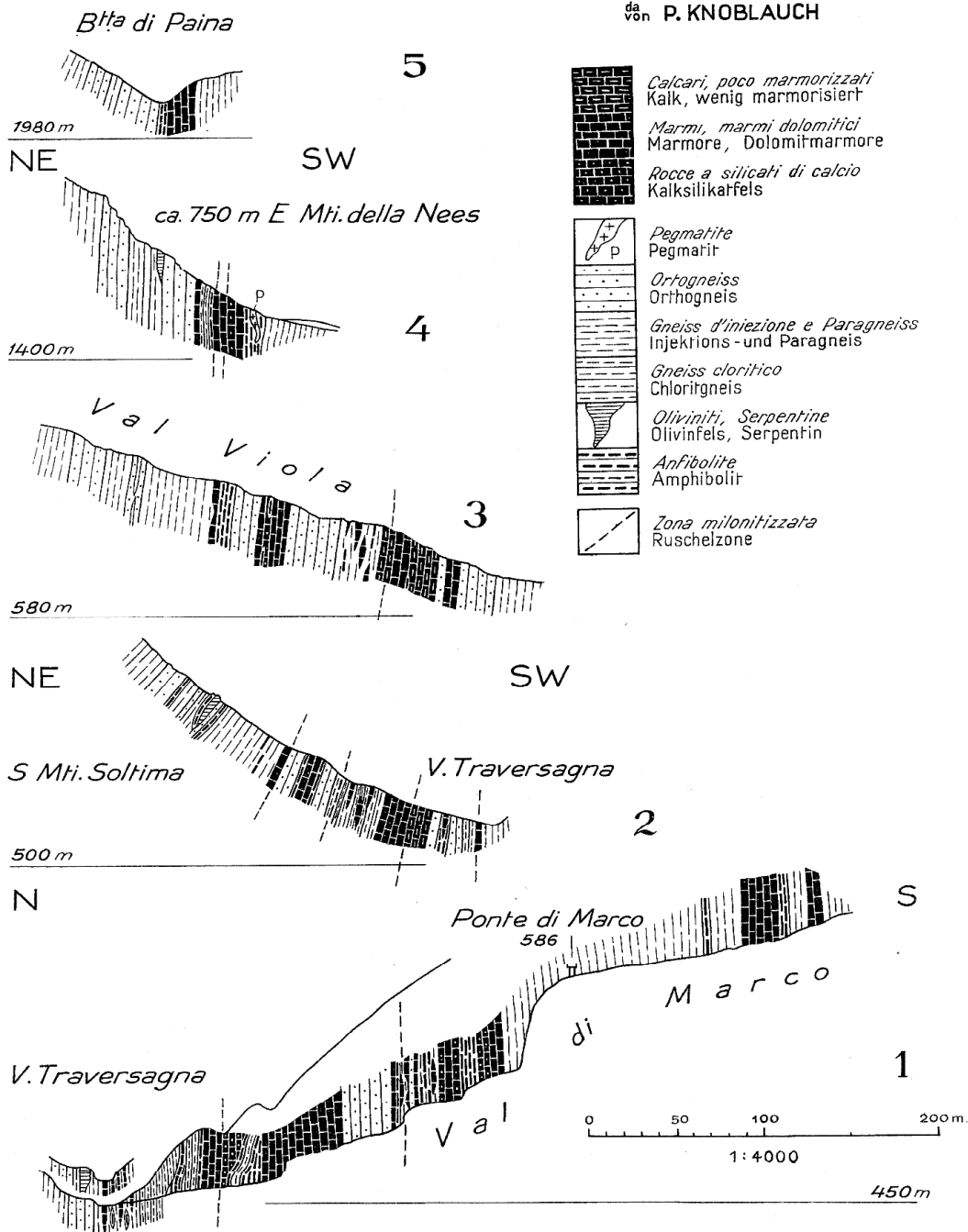
1. CORNELIUS, H. P. & FURLANI-CORNELIUS, M.: Die insubrische Linie vom Tessin bis zum Tonalepass. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Kl.*, 102. 1930.
  2. KOPP, J.: Zur Tektonik des Pizzo di Claro und der Wurzelzone im unteren Misox. *Eclogae geol. Helvet.* 17. 1923.
  3. MITTELHOLZER, A. E.: Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose in der Tessiner Wurzelzone mit besonderer Berücksichtigung des Castionezuges. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 16. 1936.
  4. NIGGLI P., DE QUERVAIN, F., WINTERHALTER, R. U.: Chemismus schweizerischer Gesteine. *Beitr. Geologie Schweiz, Geotechn. Serie, XIV.* 1930.
  5. NOVARESE, V.: La zona del Canavese e le formazioni adiacenti. *Mem. descrit. Carta geol. Italia.* 22. 1929.
  6. REINHARD, M.: Über Gesteinsmetamorphose in den Alpen. *Jb. Mijnbouwkund. Vereeniging Delft.* 1934—1935.
  7. RÜGER, L.: Die Tonalelinie im Tessin. *Geol. Rundschau.* 23a. 1933.
  8. RÜGER, L.: Zur Altersfrage der Bewegung und Metamorphose im Penninikum der Tessiner Alpen. *Geol. Rundschau.* 25. 1934.
  9. STAUB, R.: Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. *Beitr. geol. Karte Schweiz. N. F.* 46 1. 1916.
  10. STAUFFACHER, J.: Das Magnetkiesfahlband auf der Alpe Piscerotto und die Brauneisenvorkommen auf der Alpe di Valletta im Val Morobbia (Tessin). *Eclogae geol. Helvet.* 14. 1916—1918.
-

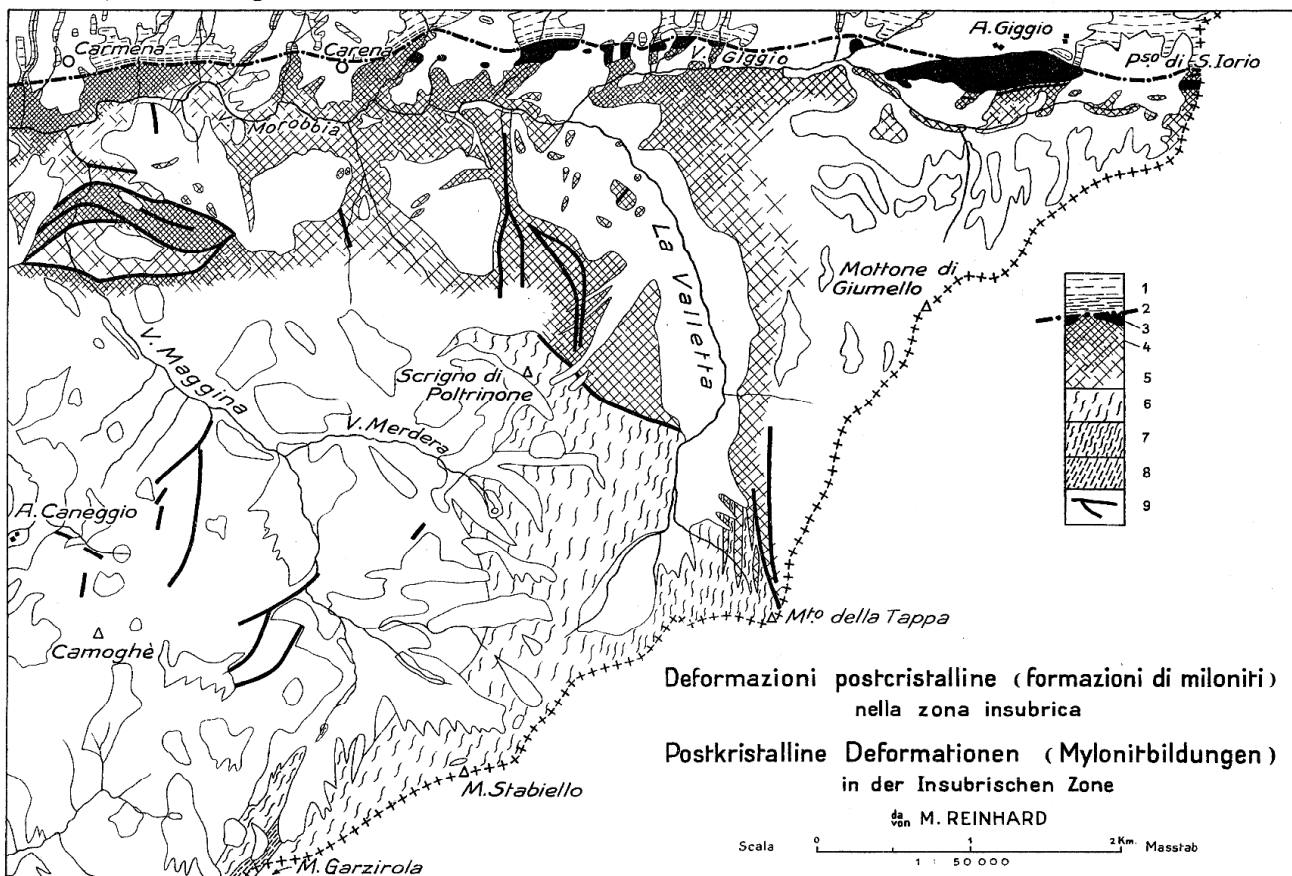


N S

# Zona di marmi della Val Traversagna Marmorzug der Val Traversagna

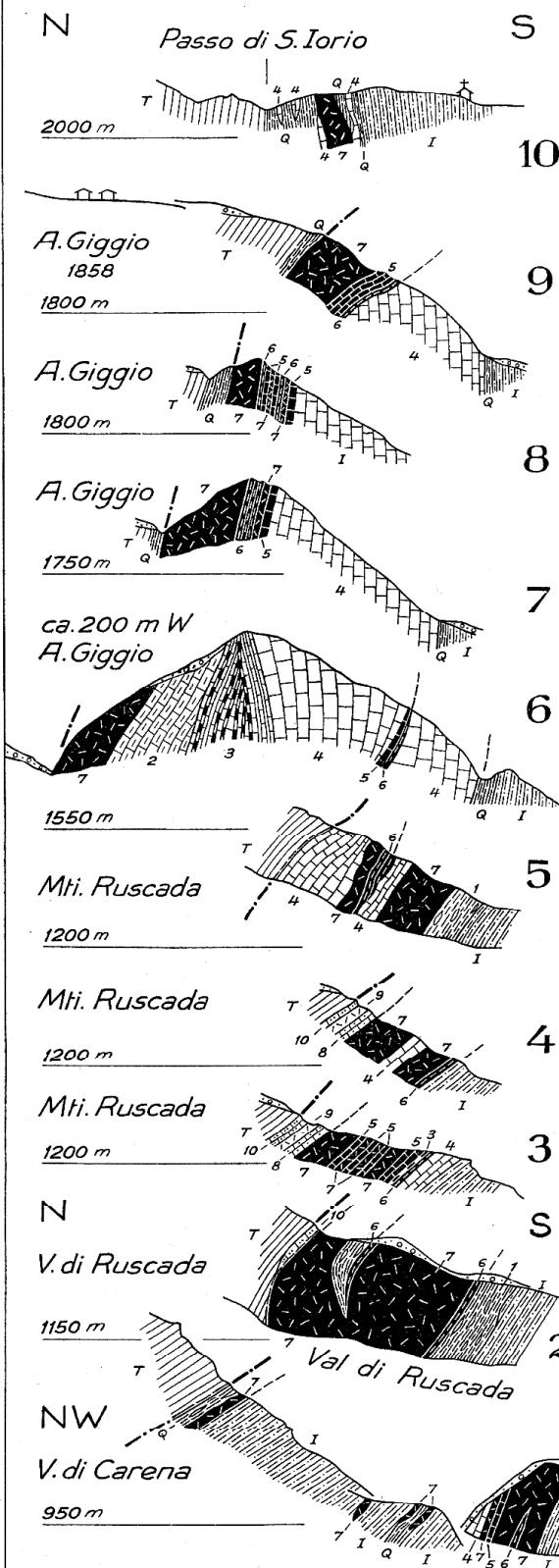
da von P. KNOBLAUCH





1. Scistosità-piegheatura, raramente formazioni di scisti ultramilonitici.
2. Linea Iorio-Tonale.
3. Trias del Passo di S. Iorio, poco disturbato, qualche intercalazioni di calcare milonitizzato.
4. Disfacimento, scheggiamento, laminazione, formazione confusa di breccie scistose.  
Orthogneiss laminato in gneiss e scisti cloritico-sericitici,  
Paragneiss stipati e piegheati,  
Amfiboliti solcate da specchi di faglia.
5. idem, però meno intensamente.
6. Gneiss milonitici lenticolari ondolati (gneiss di Stabiello) feldspato e quarzo granulari, macchie di mica triturrata per pressione.
7. idem, molto stipati e piegheati (al Motto della Tappa, alla cresta di confine).
8. Zona di scisti ultramilonitici del M. Garzirola.
9. Zone milonitiche.

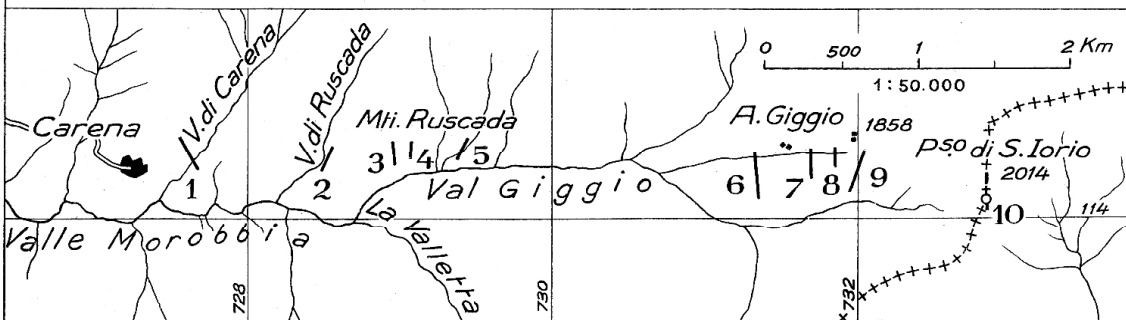
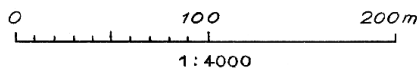
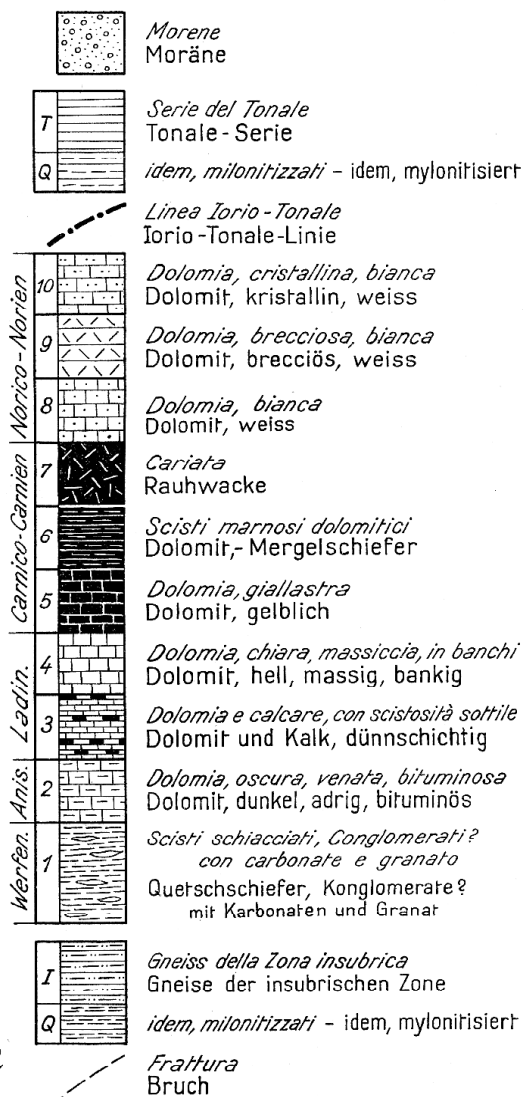
1. Schieferung u. Fältelung, selten Ultramylonitschieferbildung.
2. Iorio-Tonale-Linie.
3. Trias des Passo di S. Iorio, wenig verändert, einige Mylonitkalkeinlagerungen.
4. Zerrüttung, Zersplitterung, Verwalzung, verworren schieferige Breccienbildung.  
Orthogneise zu Chlorit-Sericit-Gneisen und -Schiefern verwalzt  
Paragneise gestaucht und verfältelt  
Amphibolite von Rutschharnischen durchzogen.
5. idem, weniger intensiv.
6. Flaserig gewellte Mylonitgneise (Stabiello-Gneis), Quarz-Feldspat granuliert, Glimmer zu Flatschen ausgezogen.
7. idem, stark gestaucht und gefältelt (am Motto della Tappa, Grenzkeim).
8. Ultramylonitschieferzug des M. Garzirola.
9. Mylonitizonen.



# Sezioni geologiche attraverso la zona triasica del Passo di S. Iorio

## Geologische Profile durch die Trias-Zone des Passo di S. Iorio

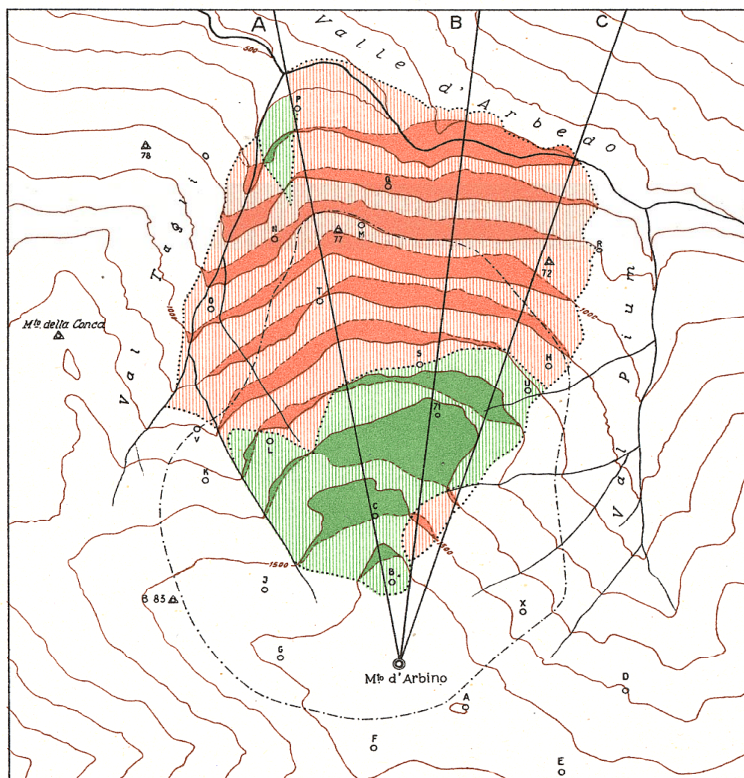
da  
von P. KNOBLAUCH



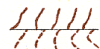


**Spostamento della massa causato dallo scoscendimento del 2 ottobre 1928**  
**Massenverlagerung verursacht durch den Bergsturz vom 2. Oktober 1928**

Fig. 1 SITUAZIONE SITUATION

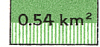


Curve di prima dello scoscendimento  
 livello dopo lo scoscendimento



Höhen- kurven  
 vor dem Bergsturz  
 nach dem Bergsturz

Zona con sterro



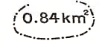
0.54 km² Gebiet mit Massendefekt

Zona con riporto



1.32 km² Gebiet mit Massenaufklärung

Zona in lento movimento



0.84 km² Gebiet in langsamer Bewegung

Fig. 2

Linea del terreno prima dello scoscendimento

Geländelinie vor dem Bergsturz

Linea del terreno dopo lo scoscendimento

Geländelinie nach dem Bergsturz

Scala - Masstab 1:25 000

0 500 1000 m

Fig. 2 PROFILI TRASVERSALI A-C QUERPROFILE

