

**DE GEOLOGIE VAN HET WESTELIJK DEEL  
VAN DE PRESOLANA-GROEP**

DOOR

**H. C. A. SWOLFS**

Met plaat 6 en 7.

**INHOUDSOPGAVE.**

	Blz.
I. Inleiding . . . . .	150
II. Facieele, stratigrafische en petrografische beschrijving van grondgebergte en sedimenten . . . . .	152
A. Het Grondgebergte . . . . .	152
B. Het Basaalconglomeraat . . . . .	152
C. De Collio . . . . .	153
D. De Verrucano . . . . .	156
E. De Servino . . . . .	156
F. De Valsecca . . . . .	158
G. De Esino . . . . .	165
H. De Raibler . . . . .	166
I. De Hauptdolomiet . . . . .	175
J. Het Kwartair . . . . .	177
III. De intrusieve gesteenten . . . . .	184
IV. Breccies . . . . .	185
V. Tektonische beschrijving van het gebied . . . . .	194
A. De Valcanale-flexuur . . . . .	194
B. De persslenk van Ardesio. . . . .	196
C. De Ardesio-opschuiving . . . . .	198
D. De Presolana-overschuiving . . . . .	199
E. De Valcanale-breuk . . . . .	201
F. De Clusone-breuk . . . . .	202
G. De slenk van het Val di Fuga. . . . .	204
H. De storingen ten W van de C.ma di Timogno. . . . .	206
I. De storingen ten SE van Gromo en die van de P.te Nuovo . . . . .	208
J. De slenk van Brignolo . . . . .	209
VI. Tektonisch overzicht . . . . .	211
VII. Literatuur . . . . .	214

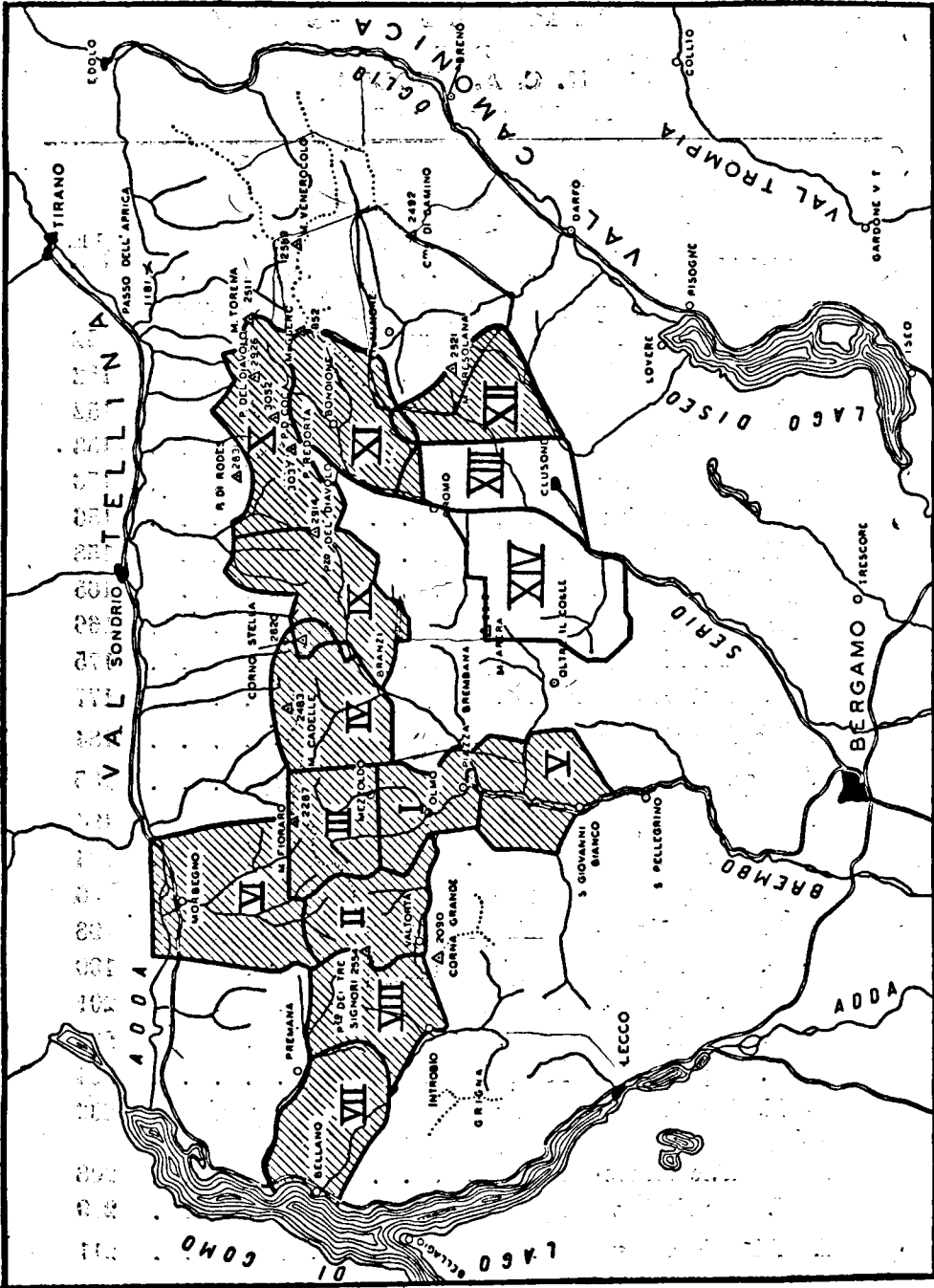


Fig. 1. Overzichtskaart van de Bergamasker Alpen, 1: 500.000.

De op de kaart aangegeven gebieden werden opgenomen door:

- I J. COSIJN, 1926—1927
- II W. J. JONG, 1926—1927
- III TH. H. F. KLOMPÉ, 1927—1928
- IV J. H. L. WENNEKERS, 1928—1929
- V G. L. HOFSTEENGE, 1929—1930
- VI S. W. TROMP, 1930—1931
- VII W. L. BUNING, 1929—1931
- VIII R. D. CROMMELIN, 1929—1931
- IX J. J. DOZY, 1931—1932
- X J. J. DOZY und P. D. TIMMERMANS, 1933
- XI J. WEEDA, 1931—1933
- XII W. A. VISSER, 1935—1936
- XIII H. C. A. SWOLFS, 1935—1936
- XIV H. C. A. SWOLFS, 1937

Dit werk zal ook gepubliceerd worden in de „Leidsche Geologische Mededeelingen”, Dl. X.

Als „Bijdrage tot de Geologie van de Bergamasker Alpen” zijn reeds verschenen:

- No. 1. J. COSIJN, De Geologie van de Valle di Olmo al Brembo. 1928, L. G. M. II, S. 251—324.
- No. 2. W. J. JONG, Zur Geologie der Bergamasker Alpen, nördlich des Val Stabina. 1928, L. G. M. III, S. 48—104.
- No. 3. TH. H. F. KLOMPÉ, Die Geologie des Val Mora und des Val Brembo di Mezzoldo. 1929, Diss.
- No. 4. J. H. L. WENNEKERS, De Geologie van het Val Brembo di Foppolo en de Valle di Carisole. 1930, L. G. M. III, S. 265—333.
- No. 5. G. L. HOFSTEENGE, La Géologie de la Vallée du Brembo et de ses Affluents entre Lenna et San Pellegrino. 1931, L. G. M. IV, S. 25—82.
- No. 6. S. W. TROMP, La Géologie du Val del Bitto et la Tectonique des Alpes Lombardes. 1932, L. G. M. IV, S. 123—230.
- No. 7. W. L. BUNING, De Geologie van den Cimone di Margno en den Monte di Muggio. 1932, L. G. M. V, S. 321—399.
- No. 8. R. D. CROMMELIN, La Géologie de la Valsassina et de la Région, adjacente au Nord. 1932, L. G. M. IV, S. 400—459.
- No. 8a. J. H. L. WENNEKERS, The Structure of the Bergamo Alps compared with that of the Northwest Highlands of Scotland. 1932, L. G. M. IV, S. 83—93.
- No. 9. G. L. HOFSTEENGE, Mineragraphisch onderzoek der Loodzinkertsen uit de Bergamasker Alpen. 1934, L. G. M. VI, S. 59—78.
- No. 10. J. J. DOZY, Die Geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella und Pizzo dell Diavolo di Tenda. 1935, L. G. M. VI, S. 133—230.
- No. 10a. J. J. DOZY, Ueber das Perm der Südalpen. 1935, L. G. M. VII, S. 41—62.
- No. 11. J. J. DOZY, Beitrag zur Tektonik der Bergamasker Alpen. 1935, L. G. M. VII, S. 63—84.
- No. 12. J. J. DOZY und P. D. TIMMERMANS, Erläuterungen zur Geologischen Karte der Zentralen Bergamasker Alpen. 1935, L. G. M. VII, S. 85—109.
- No. 13. J. WEEDA, La Géologie de la Vallée Supérieure du Serio. 1936, L. G. M. VIII, S. 1—54.
- No. 14. W. A. VISSER, Die Geologie der westlichen und suedlichen Abhaenge des Pizzo della Presolana und des Monte Ferrante. 1937, L. G. M. IX, S. 108—176.

## I. INLEIDING.

In de zomers van de jaren 1935 en 1936 werd door mij een gebied, gelegen aan de linkerzijde van de Serio, geologisch bewerkt. Dit gebied omvat de meest westelijke toppen en kammen van de Presolana-berggroep. Het behoort vrijwel geheel tot het stroomgebied van de Serio. Terzelfder tijd werkte W. A. VISSER in het oostelijk aangrenzend terrein. De resultaten van zijn onderzoek heeft hij alreeds gepubliceerd. J. WEEDA bewerkte reeds vroeger het Boven-Serio-dal en het is op zijn verzoek geweest, dat ik mijn onderzoekingen in noordelijke richting heb uitgebreid tot in het Valle Sedornia. Om deze reden bedekken onze kaarten gedeeltelijk elkaar.

Ofschoon vanuit de talrijke grootere dorpen, gelegen in het Valle Seriana en in het Valeggia, een groot deel van het onderzochte terrein kon worden bewerkt, moest toch vele weken gekampeerd worden om ook het oostelijk deel te kunnen onderzoeken. Degenen, die enkele van deze kampementen met mij hebben medegemaakt, dank ik nogmaals voor de vele prettige uren met hen aan het kampvuur doorgebracht.

In de laatste karteeringszomer gebruikte W. A. VISSER de dorpen Ardesio en Gromo, beide aan de Serio gelegen, als bases voor zijn meerdaagsche tochten naar zijn gebied. Ik denk met veel genoegen terug aan de prettige rustdagen in zijn gezelschap doorgebracht en dank hem vooral ook voor zijn vriendelijke hulpvaardigheid bij een detailonderzoek verricht ten SE van Gromo.

Voor topografische ondergrond bij de karteering werd gebruik gemaakt van de Carta d'Italia 1:25.000 en wel speciaal van de bladen:

Foglio 33	I	SE	Ponte della Selva.
Foglio 33	I	NE	Ardesio.
Foglio 34	IV	NW	Pizzo della Presolana.
Foglio 34	IV	SW	Rovetta.

In de zomer van 1937 was ik, dank zij het „Molengraaff-fonds”, in de gelegenheid het terzelfder hoogte aan de rechterzijde van de Serio gelegen aansluitend gebied geologisch in kaart te brengen. Vanuit genetisch oogpunt beschouwd behooren de gebieden ter rechter- en ter linkerzijde van de Serio bij elkaar, in beide gebieden treden n.l. dezelfde tektonische elementen op de voorgrond. Daar echter het oostelijk gebied speciaal werd onderzocht met het doel de resultaten te verwerken in een proefschrift, werd de beschrijving van de twee gebieden gescheiden gehouden. De kaart echter werd met het oog op een meer waardevol overzicht als één geheel bewerkt en gedrukt, zoodat slechts het gedeelte van bijgaande kaart ten Oosten van de Serio direct behoort bij dit proefschrift.

Om de orientatie op de kaart te vergemakkelijken werd gebruik gemaakt van het op de nieuwe topografische kaarten voorkomend coördinatennet. Plaatsaanduidingen werden nu op de volgende wijze aangegeven, b.v.: Mte Redondo (K. 8).

Het onderzoek werd eenige malen onderbroken met het doel excursies te maken naar omringende gebieden. Deze excursies, tijdens welke ik in het veld kennis maakte met reeds bekende structuren, maar ook met de vele problemen en moeilijkheden in die gebieden, verschafte mij een ruimer inzicht in de algemeene tektoniek, hetwelk dit werk ten goede kwam. Tevens was ik aldus in de gelegenheid verschillende ideeën aangaande die gebieden aan de werkelijkheid te toetsen. G. L. KROL en H. C. RAASVELDT, die in twee van deze gebieden werkzaam waren, zeg ik hierbij dank voor hun leiding.

Van de oudere tektonische onderzoekingen, verricht in het alta Valle Seriana, waren voor het onderhavige gebied slechts van belang de onderzoekingen verricht door PORRO en CACCIAMALI. In de kaart van PORRO moesten vele verbeteringen worden aangebracht, waaronder zeer belangrijke zooals het optreden van eenige nieuwe tektonische elementen met regionale beteekenis. Wat echter zijn tektonische synthese betreft — welke blijkt uit zijn profielen —, daarvan kon veel gehandhaafd blijven, iets dat van CACCIAMALI's tektonische verklaring niet kan worden gezegd.

Mijn promotor, Prof. Dr. B. G. ESCHER, betuig ik mijn oprechte dank voor zijn zeer gewaardeerde medewerking.

Vooraf Dr. L. U. DE SITTER ben ik zeer dankbaar voor zijn hulp en voor de vele welwillende wenken en raadgevingen, die hij mij zoowel in het veld als tijdens de bewerking van het materiaal te Leiden heeft gegeven. Aan zijn kritische beschouwingen met betrekking tot de tektonische verklaring van dit en aansluitende gebieden heb ik steeds zeer groote waarde gehecht.

Den Heer RAASVELDT ben ik dank verschuldigd voor de moeite, die hij zich heeft gegeven bij de vertaling van de „Toelichting bij de kaart” in het Italiaansch.

Zeer erkentelijk ben ik Sac. Prof. ENRICO CAFFI voor de correctie van deze vertaling.

Den teekenaar, den Heer W. F. TEGELAAR, zeg ik hierbij dank voor de keurige wijze, waarop hij zoowel kaart, profielen als textfiguren heeft verzorgd.

## II. FACIEELE, STRATIGRAFISCHE EN PETROGRAFISCHE BESCHRIJVING VAN GRONDGEBERGTE EN SEDIMENTEN.

### A. Het Grondgebergte.

Grondgebergte vindt men ontsloten ten NE van Gromo langs de Serio, boven Gandelino en ten NE van de Costa Magrera in het Valle Sedornia, hetgeen reeds door WEEDA werd opgemerkt. Zoo is het b.v. bij Gromo direct aan de Serio nog ontsloten. Het Grondgebergte ten NE van de Costa Magrera heb ik in iets gewijzigde vorm van WEEDA overgenomen.

Het Grondgebergte is hier slechts vertegenwoordigd door een lichte tot donkere, sterk glimmerhoudende gneis, „Glimmerschiefer mit grob-flaserige Textur” volgens de beschrijving van Dozy en een „gneiss-à-veldspath-alkalin-à-muscovite-et-à-chlorite” volgens die van WEEDA. In deze gneis komen een groot aantal tot 15 bij 6 cm in doorsnede metende kwartslenzen voor.

Van belang is de sterke doordringing van de gneis met kwartsaders. Daar deze kwartsaders ook talrijk voorkomen in het Basaalconglomeraat en in de Onder-Collio moet de kwartstoevoer van betrekkelijk jonge datum zijn, waarschijnlijk alpien.

De richting der schuifvlakken komt geheel overeen met de algemeene richting, waargenomen in de zuidelijk aangrenzende sedimenten.

### B. Het Basaalconglomeraat.

De sterke injectie met kwartsaders heeft de eigenlijke structuur van de overgangshorizont tusschen de gneis en de tuffen van de Onder-Collio zeer vervaagd. Het Basaalconglomeraat is zoozeer doordrongen met kwartsaders, dat het inderdaad veel gelijkt, zooals WEEDA dit uitdrukte, op een micahoudende kwartsbank.

Aan het verweerde oppervlak van deze bruingrauwe horizont zijn kwartsrolsteen te onderscheiden van 2—5 cm doorsnede. Op het versche breukvlak kan men ook eenige grootere rolsteen van het Grondgebergte herkennen gebed in een fijner conglomeraat van weer hoofdzakelijk kwarts en verder Grondgebergte-rolsteentjes. Het mica-gehalte neemt naar boven toe af.

Hoewel de overgang naar het Grondgebergte wegens het groote micagehalte van het onderste deel geleidelijk is, is hij toch vrij gemakkelijk op te sporen wegens de groote weerstand van het Basaalconglomeraat tegen de erosie.

De grens met de Collio is nergens goed ontsloten. Bij de brug onder Gromo is het contact met de tuffen anormaal.

Het conglomeraat werd gevonden ten NE van Gromo en ten N van Gandelino. In het Valle Grossa, halverwege Gromo en Gandelino, werd, ter plaatse waar het Basaalconglomeraat zich zou moeten bevinden, uitsluitend Boven-Collio- en Verrucano-materiaal, zoowel vast als los, aangetroffen, hetgeen gecombineerd met andere waarnemingen mij tot de veronderstelling van een slenkvormige depressie in de Costa Magrera bracht.

Het vinden van het conglomeraat op de zuidoever van het Valle Sedornia bracht een geringe wijziging in de door WEEDA samengestelde kaart.

### C. De Collio.

Deelen uit de Collio-formatie zijn goed ontsloten ten SE en E van Gromo, ten N van Boario, in het Valle Grossa, op de Costa Magra (K 9) en aan het groote pad op ruim 1100 m ten NW van de Costa Magrera. Evenals WEEDA verdeel ik de Collio in twee horizonten, de Onder- en Boven-Collio.

#### *De Onder-Collio.*

Zeer fraai is de Onder-Collio ontsloten aan het muilpad naar Boario. Hij bestaat geheel uit lichtgroene en compacte grijsblauwe, donkerbruin verweerde gesteenten. Ongeveer 50 m boven de basis bevat het gesteente veel tot 1 m groote platte limonietconcreties, die oorspronkelijk waarschijnlijk hoofdzakelijk uit sideriet bestonden. Fijner verdeeld sideriet (eveneens geoxideerd) komt ook in hogere niveaus voor en geeft dan het gesteente een bruin gespikkeld uiterlijk.

De geheele horizont bestaat uit kwartsporfier-tuffen, waarin echter vooral de hoeveelheid kristallen naar boven toeneemt, zoodat de horizont grofweg kan worden onderscheiden in glastuf, kristalglastuf en kristaltuf. Ook het aantal gesteente-insluitels neemt toe, echter in veel mindere mate dan dat der kristallen.

Ook de onderste deelen van de Collio zijn nog geïnjecteerd met kwarts. De Onder-Collio vertoont een zeer duidelijke drukgelaagdheid (schuifvlakken van Sander), die in het N een groote hoek maakt met de gelaagdheid. In het S, waar de Collio steil staat, zijn de schuifvlakken en de gelaagdheid vrijwel gelijk gericht. Een afwijking vertoont de Collio over de brug onder Gromo, waar bij het anormale contact met het Basaalconglomeraat een drukgelaagdheid is waar te nemen, belangrijk afwijkend van de afzettingsgelaagdheid.

De dikte van de Onder-Collio bedraagt ongeveer 300 m.

#### *De Boven-Collio.*

De Boven-Collio bestaat uit een grauwgrijze afwisseling van grofkorrelige, al of niet getransporteerde tuffen, van conglomeraten en zandsteen meest met tufbijmenging.

Onder de huisjes van Brignolo (K 9) komt nog een dunne serie

groenzwarte pelietschalies voor, blijkbaar een uitlooper van het in het N zoo machtige pakket Collio-lei, ook wel Collio-schiefer of Corona-schiefer genoemd. Ingeschakeld tusschen de donkere en lichtere tuffen en zandsteen komen ook enkele zeer lichte kwartsieten voor.

De overgang naar de Verrucano is betrekkelijk snel. Op de conglomeratische en zandige Boven-Collio volgt nog een dunne serie tuffen, welke veel gelijken op die uit de Onder-Collio. Hierop volgt dan ten S van Boario een fijne zeer micahoudende witte zandsteen, welke weer na een paar meters overgaat in heldere, meer grove zandsteen zonder mica. De volgende lagen zijn wat rood bijgemengd. Daarna steeds meer roode porfierbestanddeelen en vrij veel glimmer. De grens Collio—Verrucano is, zooals gewoonlijk, daar getrokken, waar het roode bestanddeel in belangrijke mate gaat optreden.

De Boven-Collio is, blijkens gegevens van WEEDA, naar het S toe snel in dikte afgenomen. Hij meet ten SE van Gromo nog slechts 250 m. Tevens ontbreken daar de typische donkere pelietschalies en de kwartsieten, zoodat het onderscheid Onder-Collio—Boven-Collio in zuidelijke richting steeds meer vervaagt.

Met het doel te komen tot een snellere en meer nauwkeurige microscopische determinatie van de niet recente pyroclastische gesteenten, heb ik reeds vroeger een studie gemaakt van gesteente-monsters, verzameld door geologen van de „Leidsche School” in het Meerengebied (Lugano), de Bergamasker Alpen en in de Indische Archipel. De hierbij weergegeven determinatie-tabel voor ongetransporteerde pyroclastische gesteenten (Fig. 2) heb ik naar aanleiding van deze studie samengesteld na kritische beschouwing van de over dit onderwerp verschenen literatuur. Bij de opstelling van de tabel werd vooral gebruik gemaakt van het werk van PIRSSON en WENTWORTH and WILLIAMS.

Eenige Boven-Collio-tuffen werden nu aan een microscopisch onderzoek onderworpen. O.a. een kwartsporfierkristaltuf, welke in een ontglaasde en gesericietiseerde grondmassa, behalve gecorrodeerde en gedeeltelijk idiomorfe kwartskristallen en idiomorfe kristallen van orthoklaas, nog insluitsels van kwartsiet en glimmerschiefer bevat. Van ondergeschikt belang zijn kristallen van toermalijn, zirkoon en sideriet. Het gesteente is vrij sterk gestoord, hetgeen kataklase teweegbracht in vele kristallen en de sericietisatie bevorderde. De structuur is pyroclastisch-porfierisch.

Een tweede gesteentemonster bleek van een monogene gesteentetuf afkomstig te zijn. De oorspronkelijke glasgrondmassa is fijn ontglaasd en vertoont nog zwak eenige vitroclastische structuur. Zij bevat ongeveer 15 % gesteentefragmenten van grover ontglaasd glas en enige kwartskristalfragmenten. De tuf vertoont de sporen van tektonische werking, wat weer sericietvorming met zich bracht. Deze monogene gesteentetuf vormt een overgang naar de glastuf.

Een derde monster bevatte slechts weinig zeer fijn ontglaasde en sterk gesericietiseerde grondmassa, waarin tal van insluitsels, vreemde insluitsels en kristallen. Het percentage van het totale oppervlak van het slijpplaatje, ingenomen door de insluitsels, bedraagt meer dan 15 %. De insluitsels, afkomstig van het kratermagma of van doorbroken oudere



Pyroclastische gesteenten (ongetransporteerd).				
Korrel-grootte.	S a m e n s t e l l i n g.			Termen.
Tuf-breccie.	0—15 % Vreemde insluitsels.			of Mono(gene)-tufbreccie of Tufbreccie A.
	15—85 % Vreemde insluitsels.			of Hetero gene)-tufbreccie of Tufbreccie B.
	85—100 % Vreemde insluitsels.			of Poly(gene)-tufbreccie of Tufbreccie C.
Tuf.	Meer dan 15 % gesteente- fragmenten	Minder dan 15 % Kristallen.	0—15 %* Vreemde	of Mono-gesteente-tuf of Gesteente-tuf A.
			15—85 % in- sluitsels.	of Hetero-gesteente-tuf of Gesteente-tuf B.
			85—100 %.	of Poly-gesteente-tuf of Gesteente-tuf C.
	Meer dan 15 % Kristallen.	Meer dan 15 % Kristallen.	0—15 %* Vreemde	A.
			15—85 % in- sluitsels.	Kristal -gesteente B
			85—100 %.	-tuf. C.
Minder dan 15 % gesteente- fragmenten.	100—15 % Kristallen		Kristal-tuf.	
	15—5 % Kristallen.		Kristal-glas-tuf	
	5—0 % Kristallen.		Glas-tuf.	

Fig. 2.

vulkanische gesteenten, bestaan hier uit min of meer ontglaasde porfier. De vreemde insluitsels, evenals bij de andere tuffen afkomstig uit het grondgebergte, bestaan uit gneis en kwartsiet. Deze vreemde insluitsels nemen meer dan 15 % en minder dan 85 % van het totaal oppervlak der insluitsels in. \* Verder ziet men gecorrodeerde kwarts kristallen, soms goed

idiomorf, eenige malen onduleus uitdoovend. Onder de talrijke veldspaat-kristallen overweegt de orthoklaas, fraai idiomorf, waaronder eenige Baveno-tweelingen. Pertietische ontmenging treedt eveneens op. De zure plagioklasen zijn minder duidelijk idiomorf. Verder komen nog enkele gebleekte biotietkristallen evenals secundaire chloriet en sideriet voor. Daar het oppervlak ingenomen door de kristallen onder de 15 % ligt, wordt de naam van dit gesteente een „heterogene gesteentetuf met kwartsporfierische samenstelling”.

#### D. De Verrucano.

De roode meest glimmerhoudende conglomeraat- en zandsteenlagen, welke de Verrucano vormen, vertoonen ook in ons gebied alle overgangen in korrelgrootte. De grove deelen uit de conglomeraten worden steeds gevormd door soms lichtrood gevlekte kwartsrolsteenen. Hoewel de Verrucano voor het overgrootste deel uit porfier-rolsteentjes en -korrels is opgebouwd, is het vreemd, dat, althans in het door mij bewerkte gebied, de grootere rolsteenen steeds uit deze kwarts bestaan. Misschien houdt dit verband met het feit, dat in onze Verrucano werkelijk grove conglomeraten ontbreken. Grondgebergte-rolsteenen werden in de Verrucano dus niet gevonden. De roode kleur is zeer constant, alleen aan de basis komen groenig gekleurde lagen voor.

De grens met de Servino is wegens storingen nergens ontsloten. Een juiste dikteopgave moet dus achterwege blijven.

Dozy geeft in zijn studie over het Perm der Zuidalpen de redenen aan, waarom hij meent zoowel het Basaalconglomeraat als de Collio en Verrucano tot het Perm te moeten rekenen. Hij vat dan Basaalconglomeraat en Collio als Onder-Perm samen. De Verrucano bezit volgens Dozy dus een Boven-Permische ouderdom.

#### E. De Servino.

Bij de beschouwingen omtrent de facies van de sedimenten van de Trias moeten wij een onderscheid maken tusschen een gedeelte, dat in schubben geschoven is over een min of meer stationnair gedeelte. Deze tektonische complicatie wordt vanzelfsprekend in het hoofdstuk over de tektoniek nader uitgewerkt, doch reeds hier moet het eventueele verschil scherp in het oog gevat worden wegens de groote betekenis, die dit later voor de afmeting der verschuivingen zou kunnen hebben. Ofschoon ik geenszins geloof, dat wij hier te maken hebben met overschuivingen van het type der Helvetische dekbladen, zal ik toch het stationnaire gedeelte „het autochtoon” noemen ter onderscheiding van het overschoven gedeelte.

Aan de basis van de Presolana-overschuiving komen over eenige afstand lagen voor, ontwikkeld in de Servino-facies, d.w.z. zandsteenen, gekleurde mergels en kleisteenen meest glimmerhoudend en caverneuse

kalksteen. De begrenzing der lagen is, evenals die van het overschuivingsvlak, wel zeer grillig.

De anormale ondergrens is, voor zoover zij het contact vormt met de Valsecca-formatie, de Esino en de Onder- en Midden-Raibler van de ondergrond, over het algemeen duidelijk waar te nemen. Over belangrijke afstand echter rust de Servino ook op Boven-Raibler, welke een analoge facies bezit als de Servino, hetgeen de opsporing van het anormaal contact, het Presolana-overschuivingsvlak dus, zeer bemoeilijkt.

Naar boven toe gaat de Servino steeds op normale wijze over in de Valsecca-formatie. Deze overgang is zeer geleidelijk. Op de gekleurde mergel- en kleischalies van de Servino volgt een  $\pm$  35 m dikke horizont van een geelbruine caverneuse kalksteen, de „dolomia cariata” der Italiaansche geologen. Hierop rust een 2,5 m dik niveau van grijze donkelaagde kalksteen, waarvan de knobbelige laagvlakken zijn bedekt met eenige mm dikke laagjes gele dolomietische kalk. Dergelijke kalksteen, door de Italiaansche geologen „Bernocolutto” genoemd, zal in het vervolg door mij als „knobbelkalk” worden aangeduid. Dit niveau is in het veld door zijn gele kleur moeilijk te scheiden van de onderliggende caverneuse kalksteen. Vervolgens een  $2\frac{1}{2}$  à 3 m gele kalksteen, iets minder caverneus. Daarna weer een knobbelkalk-niveau (13 m), echter donkerder van kleur. 3 à 4 m gele, wat caverneuse kalk. Hierop een goede 20 m donkerblauwe knobbelkalk. Weer een 4 m gele kalk etc. etc.

De dikte van de knobbelkalk-niveaux, die steeds weer worden gescheiden door de gele meer of minder caverneuse kalklagen van ongeveer constante dikte, neemt geleidelijk toe. In dezelfde mate nu neemt de hoeveelheid van het gele bestanddeel van de knobbelkalk af, terwijl de kleur van de kalk steeds donkerder wordt.

Wij hebben hier dus te maken met een langzame overgang van de Servino-facies (licht gekleurde kalk-schaliefacies) in de Valsecca-facies (donkere kalk-schaliefacies). De grens Servino—Valsecca werd nu in overeenstemming met vroegere onderzoekers in de Bergamasker Alpen daar getrokken, waar de eerste donkere kalken optreden, dus in dit geval tusschen de dikke gele caverneuse kalksteenhorizont en de daarop volgende knobbelkalk.

Onder de knobbelkalk van de Mte Corrà werd de „dolomia cariata” in zijn meest zuivere vorm aangetroffen. Het is een caverneuse gele kalksteen met slechts gering dolomietgehalte. Op lager niveau in een afstorting boven de Bta bassa Vodala (M 8) werden groene, roode en gele kleischalies gevonden.

In het Boven-Rino-dal (M 7) is eveneens de Servino goed ontsloten met grauwe kalksteen en zandige grauwe mergels, waarop grijze poreuze kalk. Boven het overschuivingsvlak ten W van i Rovinelli (M 7) werd nog roode zandsteen met duidelijke kriskras-gelaagdheid aangetroffen, evenals roode zandige kalksteen met 7 bij 7 mm metende *Myophoria's* sp. Verder ziet men ten NW van het topje 1715 (M 8) nog gele kalken, afgewisseld met paarse mergels en blauwgroene kleischalies, zoodat het samengesteld profiel door de onvolledige Servino er als volgt uitziet:

		knobbelkalk (Valsecca.)
± 35 m		gele caverneuse kalksteen roode zandsteen
± 40 m		roode zandige kalksteen (fossielen) afwisseling van gele kalken en mergels met roode en groene kleischalies.
± 6 m		grijze poreuse kalksteen
± 45 m	}	donkergrijze glimmerhoudende zandsteen
(geplooid)		„ geaderde kalk
		vlekkige lichtgrijze ongelaagde kalk
		zandige grauwe mergels
? m		grijze kalk paarse en gele mergels en blauwgroene kleinschalies.

Opmerkelijk is de groote overeenkomst van dit profiel met dat van zekere deelen uit de Raibler, vooral uit de bovenste Raibler. Fossiel-schaarste kan dus gemakkelijk tot vergissingen leiden. De verschillen zijn voornamelijk de fletsere kleuren van de Servino en haar bijmenging met glimmer.

Ten NW van de Mte Redondo liggen nog twee ontsluitingen van Servino, die, zooals mij bleek, reeds in 1909 door CAFFI waren beschreven.

Op het pad van Boario naar de padsplitsing 1038 (K 8) vindt men even vóór deze splitsing gele caverneuse kalk en grijze witgeaderde kalk. Afdalend in het dalletje ziet men dan verder gele kalken en groene schalies in kleine afstortingen ontsloten. Het laagste pad voorbij de splitsing voert een 500 m verder door een nauwe kloof, waarvan de wanden worden gevormd door Esino-kalk. Het pad zelf echter bestaat uit zandige gele, roode en grijze schalies, die hier loodrecht staan met een strekking volgens de Esino-wanden. Deze tusschen twee Esino-blokken geklemde Servino staat waarschijnlijk in verbinding met de iets meer zuidelijk gelegen tweede Servino-ontsluiting, die voornamelijk uit gele caverneuse kalk bestaat en die een normaal contact met de hooger gelegen Valsecca-formatie te zien geeft. Beide ontsluitingen behooren tot het z.g. autochtoon.

Behalve de *Myophoria's* sp. in de roode zandige kalksteen van i Rovinelli zijn geen fossielen in de Servino-formatie gevonden. Zij wordt gerekend te behooren tot het Werfenien. De grens Werfenien—Anisien kon niet met eenige nauwkeurigheid worden bepaald. Zij bevindt zich echter waarschijnlijk in een der onderste niveaus van het Onder-Valsecca-knobbelkalkecomplex.

#### F. De Valsecca (-formatie) <sup>1)</sup>

Evenals met de Servino het geval is, komt ook de Valsecca over groote afstand voor aan de basis van de Presolana-overschuiving. Verder

<sup>1)</sup> Voor de oorsprong van de naam „Valsecca” voor het complex van lagen gelegen tusschen de Servino en de Esino zie: H. C. A. SWOLFS, Verslag bij de geologische kaart van de Bergkam Mte Secco—Pzo Arera en van het stroomgebied van de Torrente Riso. Leidsche Geologische Mededeelingen, Dl. X, 1938.

bedekt zij, voor zoover niet aan de erosie ten offer gevallen, de Servino. Ook in de ondergrond, het autochtoon, werd in het Noorden van het gebied een strook Valsecca gevonden, welke ten S van Gromo eindigt in een sterk in detail gestoord gebied.

De overgang van de Servino in de Valsecca is reeds in de paragraaf over de Servino uitvoerig besproken. Hier dient echter nog aan toegevoegd te worden, dat ook de hoeveelheid gele dolomietische kalk, die volgens zeer onregelmatige vlakken in deze knobbelkalk voorkomt, naar boven toe geleidelijk afneemt. De afwisseling met de gele kalklagen eindigt op ongeveer  $\frac{2}{3}$  van de hoogte van het knobbelkalkcomplex. Knobbelkalk is goed ontsloten in de Valli Marcie (M 7), in de bergkam Mte Vodala—Cima di Timogno—il Collino, in de Mte Corrà, i Rovinelli en op uiterst fraaie wijze in het breukdal ten NW van de Rne il Cugno (M 8).

Op de knobbelkalk volgt een horizont van donkere kalk met klei- en mergelschalie-inschakelingen. Deze horizont is alleen goed ontsloten op het horizontale pad in het dal ten W van i Grumelli (M 7), waar zwarte kalken worden afgewisseld door grauwe, zwarte en paarse klei- en mergelschalies. De kleisteenhorizont, welke hierop rust, is zeer goed waar te nemen op het pad, dat van i Grumelli loopt naar Stalle Muschelo in het gebied van W. A. VISSER. Verder in de Valli Marcie en ten NW van de Mte Redondo in het autochtoon.

Op het pad naar Muschelo is overduidelijk te zien, hoe de kleisteenhorizont door inschakeling van kalkbanken overgaat in een smalle kalkschaliehorizont, die op haar beurt plotseling wordt opgevolgd door een knobbelkalkhorizont, in alles gelijkend op de knobbelkalk uit de Onder-Valsecca. De donkere harde kalken en mergelige kalken, die in het Mandra-dal overschuiven op de Raibler en die erinoiden-? doorsneden vertoonen, moeten waarschijnlijk met de onderste van deze twee horizonten gelijkgesteld worden.

Op het breede pad van de Cse Campello (M 7) naar het gehucht Grumelli, dat op een Valsecca-culminatie is gelegen, kon ik het volgende profiel opnemen:

Esino-kalk.  
 donkere geaderde kalk.  
 2 m geel verweerende zandsteen.  
 1½ m kleischalie.  
 ± 50 m zandig tuffige horizont.  
 mergelschalie.  
 mergelige zandsteen.  
 geel verweerende grauwe mergels.  
 knollig verweerende en soms kleinere (10 cm) knollen bevattende blauwzwarte kalken.

Daar men van i Grumelli het pad naar Muschelo opgaand reeds zeer snel knobbelkalk tegenkomt, ben ik van meening, dat het hierboven weergegeven profiel direct aansluit aan deze Boven-Valsecca-knobbelkalk.

De 50 m dikke zandig tuffige horizont is wel zeer verschillend samengesteld. Zoo heb ik boven Cno Castello (L 6) een zwarte hoorn-

steenbank gevonden en daarop een bonte afwisseling sterk zandige gesteenten, waaronder eenige tuffen, die aan het einde van deze paragraaf zullen besproken worden. Bij il Collino in het autochtoon kwam, behalve de gewone grauwe, grijze, groene en zwarte zandsteenen, zandige schalies en tuffen, ook een pelietisch gesteente voor, dat nog nader zal worden besproken. De groene zandsteenen, volgens WEEDA en VISSER zoo kenmerkend voor de lagen direct onder de Esino, zijn ook fraai ontsloten op het reeds genoemde pad van i Grumelli naar Cse Campello. De psammietische gesteenten van de Boven-Valsecca zijn bijna overal zeer goed ontsloten.

Zeer duidelijk is het vervagen der typische „Boven-Valsecca-zandsteen” kenmerken naar het W. Is n.l. ten NE van de Mte Redondo en ten E van de Prati del Lo (K 6) de zandig tuffige horizont nog prachtig ontwikkeld, slechts ongeveer één km meer westelijk in de structuren ten SE van Gromo, bij Pte Nuovo (J 7, J 8) en ten NW van de Mte Fortino (K 6) is deze horizont nog slechts vertegenwoordigd door een eentonig grauwwaart pakket van zandige mergeschalies.

In het N en het E van het gebied kan men een snelle overgang naar de Esino waarnemen d.m.v. een 10-tal meters, meestal met calcietaders doortrokken zwarte kalk, waarop dan plotseling lichtgrijze Esino volgt. In het W is deze overgang veel langzamer. De zandige mergeschalies gaan hier n.l. over in grauwe mergels met eenige zandige grijze kalksteenbanken. Daarop volgt een serie dikke kalkbanken, waarvan de onderste zwart zijn, de daarop volgende donkerbruin, dan bruine en daarna de leverkleurige Esino-kalken. De donkerbruine en bruine kalkbanken vertoonen echter reeds de typische wormvormige Esino-kalkstructuren, zoodat ik de grens Valsecca—Esino heb vastgesteld tusschen de zwarte en donkerbruine banken.

Zooals uit het voorgaande blijkt, zijn de facies en de faciesverandering in overschuiving zoowel als in autochtoon dezelfde. Het profiel door de Valsecca wijkt in details nogal sterk af van dat, opgegeven door WEEDA voor het in het N aangrenzend gebied, evenals van dat, hetwelk ik voor het gebied aan de overzijde van de Serio heb opgesteld. Het profiel, samengesteld door VISSER voor het oostelijk aangrenzend gebied, komt geheel overeen met dat van WEEDA.

Vergelijking der profielen:

I. (SWOLFS I).	II. (WEEDA).	III. (SWOLFS II).
lichte Esino-kalk.	lichte Esino-kalk.	lichte Esino-kalk.
—	—	—
f.	f.	f.
60—70 m donkergrijze grofkorrelige dolomiet (Esino)	50—100 m donkere dungelaagde kalken en zandsteenen. (Weniger lagen).	10 m zwarte kalk. ± 50 m bonte zandsteenen, zandige mergels en pyroclastische gesteenten.

<hr/> <p>c. 4—10 m 2de knobbelkalkhorizont. 53 m lichtgrijze schaliearme horizont. 62 m donkergrijze schaliearme horizont.</p> <hr/>	<hr/> <p>e. 175—200 m zandsteen, hoornsteen, kalksteen en knobbelkalk. (Buchensteiner lagen).</p> <hr/>	<hr/> <p>e. ± 60 m grauwe mergels en zandsteen. ± 30 m } knollenkalk                   } knobbelkalk</p> <hr/>
<hr/>	<p>d. grens Anisien— Ladinien donkere kalken en mergels. (Daonellae Sturi Ben.)</p> <hr/>	<hr/> <p>d. ± 10 m kalk-schaliehorizont.</p> <hr/>
<hr/> <p>c. ± 60 m dungelaagde kalkbankjes met oneffen laagvlak en veel mergelschalie.</p> <hr/>	<hr/> <p>c. dungelaagde zwarte mergelige kalken.</p> <hr/>	<hr/> <p>c. ± 50 m kleinsteenhorizont.</p> <hr/>
<hr/> <p>b. ± 80 m donkerblauwe kalk en zwarte mergelschalie.</p> <hr/>	<hr/> <p>b. roodachtige kalken en mergelige kalken.</p> <hr/>	<hr/> <p>b. ± 50 m zwarte kalken en grauwwarte en paarse kleimergelschalies.</p> <hr/>
<hr/> <p>a. &gt; 130 m 1ste knobbelkalk-horizont.</p> <hr/>	<hr/> <p>a. witte, grijze en zwarte dungelaagde kalken met knobbelkalkniveau.</p> <hr/>	<hr/> <p>a. ± 200 m knobbelkalkhorizont.</p> <hr/>
<hr/>	<hr/> <p>caverneuse kalksteen (Servino).</p> <hr/>	<hr/> <p>± 35 m dikke caverneuse kalksteenhorizont (Servino)</p> <hr/>

Zoals direct blijkt door vergelijking van deze profielen, komen de hoirzonten b en c in alle drie profielen voor. Zij maken een vergelijking mogelijk. Overeenkomst treedt verder op tusschen de profielen I en III wat betreft de horizont a en tusschen de horizonten d, e en f van de profielen II en III. Daar de horizont c van profiel I wat kalkrijk ontwikkeld is, komt het mij verantwoord voor te veronderstellen, dat de horizont d van de profielen II en III reeds in deze horizont is begrepen. Voor profiel I heb ik reeds vroeger aangenomen, dat de grens tusschen Anisien en Ladinien direct boven deze horizont c zou zijn gelegen.

WEEDA moest deze grens op grond van fossielen (Daonella Sturi Ben.) trekken direct boven horizont d, zoodat een samenvoegen van de horizonten c en d als een dungelaagde schaliehorizont, de „kleisteenhorizont” in ruimere zin, een vergelijking veel vergemakkelijkt en het mogelijk maakt de stratigrafische grens Anisien—Ladinien lithologisch in het veld te vervolgen.

WEEDA vond voor de ladinische Valsecca-lagen (de Buchensteiner en Wegener lagen) een dikte van 250 à 300 m. De autochtone Valseccastrook in het Noorden doet eveneens een grootere dikte voor de ladinische lagen vermoeden. De afmetingen in profiel II weergegeven, behooren bij de Valsecca van de overschuiving. Wat de dikte der lagen betreft bestaat er dus wel degelijk een verschil tusschen de overschoven Valsecca en de autochtone. De totale dikte der overschoven Valsecca-lagen bedraagt ongeveer 460 m. De dikte van de autochtone Valsecca bedraagt maximaal 600 m.

Kenmerkende fossielen voor de Buchensteiner of de Wegener lagen werden niet gevonden. Volgens WEEDA moet echter de horizont e de Buchensteiner en de horizont f de Wegener lagen weergeven.

Vergelijken wij de horizont f van profiel I, welke horizont reeds tot de Esino wordt gerekend, met de zandige mergelschaliehorizont, zooals die in het Westen van het gebied is ontwikkeld, dan blijkt ons, dat wij hier te doen hebben met een zijdelingsche overgang van deze z.g. Wegener lagen in de Esino.

Nu volgt de bespreking van eenige handstukken afkomstig uit de zandig tuffige Valsecca-horizont.

Op het pad van i Grumelli naar de Stalle Muschelo werd een geelgrijs zandig gesteente aangetroffen, waarin zeer vele donkergrijze bolvormige concreties voorkomen. Een zelfde gesteente, echter zachter en kalkrijker, werd gevonden ten N van de Cno Castello. Onder het microscoop bleek het een sterk veldspathoudende kristaltuf te zijn. Het groote calcietgehalte wijst erop, dat deze tuf in water is afgezet. Het gesteente bestaat uit een ontglaasde grondmassa gemengd met calciet, waarin talrijke kristallen liggen van orthoklaas, pertiet, plagioklaas, kwarts en gebleekte biotiet. De veldspaat-kristallen, waaronder vooral orthoklaas en pertiet opvallen, zijn steeds fraai idiomorf. De kwartsen, veelal fragmenten, zijn soms gecorrodeerd. Hun aantal is gering in verhouding tot de veldspaat. Verder werden nog eenige pyrietkristallen gevonden en enkele zeer kleine insluitsels van ontglaasd glas. De bolvormige concreties blijken veervormig ontglaasde kiezelconcreties te zijn. De calciet is grootendeels uit deze concreties verdrongen.

Een ander pyroclastisch gesteente uit de bovenste Valsecca-lagen gevonden ten N van de Cno Castello, gelijkt macroscopisch zeer veel op een arkosezandsteen. Onder het microscoop ziet men in een ontglaasde grondmassa verschillende grootere insluitsels van porfieriet, die in hun grover ontglaasde grondmassa behalve zeer fijne veldspaatlijstjes ook grootere, sterk verweerde plagioklaaskristallen bevatten. Als losse kristallen komen voor kleine onverweerde plagioklaaskristallen en bijna volkomen secundair veranderde idiomorfe veldspaatfenokristen. In het slijpplaatje kwam verder slechts één primair kwartsfragment voor. De ont-



glazing van de grondmassa is nogal onregelmatig, op sommige plaatsen zelfs vrij grof. Limoniet komt als secundair mineraal voor. Daar vele insluitsels een doorsnede bezitten van meer dan 2 mm, behoort dit gesteente tot de tufbreccies<sup>1)</sup>. Haar porphyrietische samenstelling in aanmerking genomen moet de volledige naam van de tufbreccie luiden: monogene porphyrietufbreccie.

Ten N van il Collino werd een gesteente gevonden, dat door zijn eigenaardige textuur direct de aandacht trok, n.l. een groengrijs, iets geel verweerd, zeer fijnkorrelig hard gesteente met georiënteerde, zeer grillige donkere lamellen. De uiterst fijne ondetmineer-

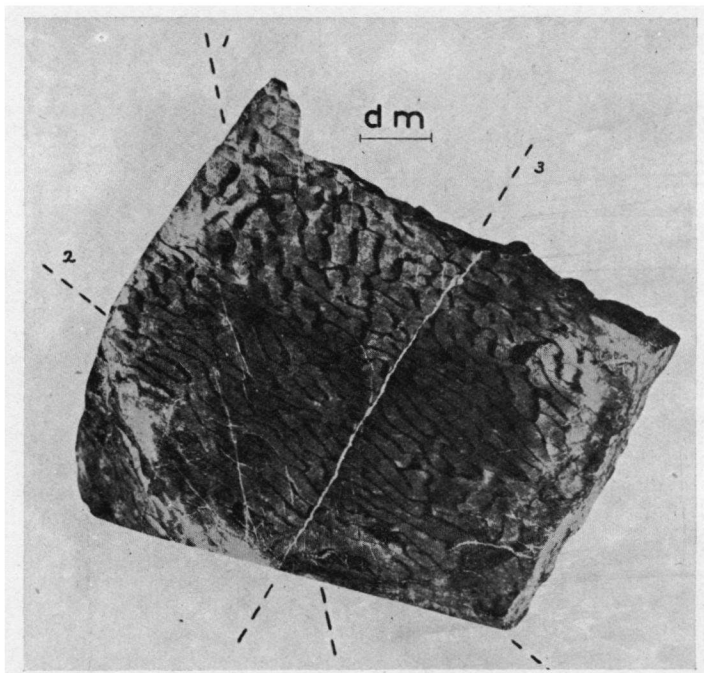


Fig. 3.

Gepolijst handstuk.

bare grondmassa bleek bij bestudeering van het slijpplaatje nog een weinig fijn verdeelde calciet te bevatten. De donkere lamellen zijn ontstaan door verweering langs georiënteerde gebogen barstjes (2). Dit barstjessysteem, dat niet weer opgevuld is met secundaire mineralen, snijdt oudere barstjes, opgevuld met secundaire albiet en in mindere mate met secundaire kwarts, globaal in een sterk afwijkende richting georiënteerd (1). De verspringing langs de donker verweerde barstjes is zeer gering en bedraagt maximaal nog geen halve millimeter. Meestal is de verspringing echter vrijwel nul. Een derde systeem van grotere

<sup>1)</sup> P. NIGGLI, Literatuur

barsten snijdt beide voorgaande en deze barsten zijn weer opgevuld (3). De verspringing langs deze jongste barsten is maximaal 1 millimeter. Al deze barsten moeten wegens de onbeduidende verspringing, welke er langs heeft plaatsgevonden, ontstaan zijn tengevolge van groote gebergte-druk. Dat slechts in één laag deze barsten zijn aangetroffen, kan zijn oorzaak vinden in de homogene samenstelling van het uiterst fijnkorrelige zeer harde gesteente, waardoor het overeenkomst vertoont met de kristallen, waarin veel fijne kataklase werd waargenomen, die zich niet buiten het kristal voortzette, b.v. in kwarts.

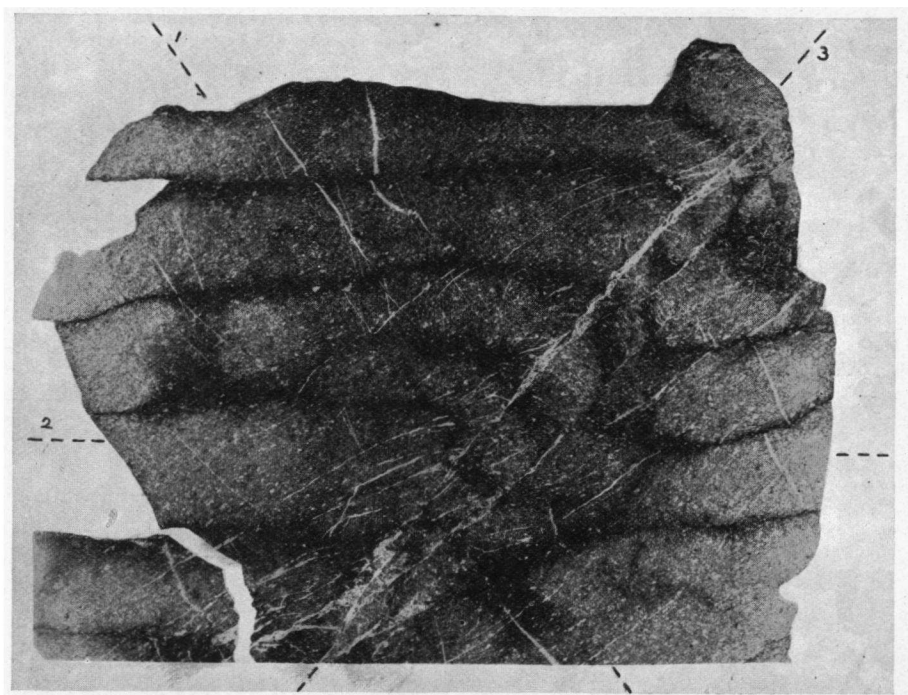


Fig. 4.

Slijpplaatje genomen ongeveer loodrecht op de strekking van (2). De verspringing langs barsten is duidelijk te zien. Vergrooting 7,3 X.

Het is een vreemd verschijnsel, dat zowel de oudste als de jongste barsten weer gekit zijn. In de tusschenliggende fase is dus geen minerale oplossing aanwezig geweest of, indien aanwezig, uitgeperst geworden en tijdens de jongste fase kunnen de barstjes door de druk gesloten zijn geweest. De snijlijnen van de splijtingsvlakken vormen een vrij sterk divergeerende bundel, zoodat het gesteente bij een gelijk gerichte drukkracht tijdens de verschillende fasen verschillend georiënteerd is geweest t. o. v. deze drukkracht.

Wat de naam betreft zou ik het gesteente „gedrukte peliet” willen noemen.

## G. De Esino.

De steile wand ten NW van Dosso (K 6) bestaat onder uit zwarte bitumineuse zeer dikke kalkbanken, waarop een breccie met donkere en lichte kalkfragmenten in een bruingrauwe iets zandige grondmassa rust. De zwarte kalkbanken, die op de Valsecca-zandsteenen rusten en hier wel een 45 m dik zijn, bezitten een Esino-facies, zoodat zij tot de Esino moesten worden gerekend. Dezelfde breccie, die hier dus een hooger niveau in de Esino inneemt, ligt aan de noord- en noordoostzijde van de Mte Fortino direct op de donkere bovenste Valsecca-lagen. Ook ten W en NW van de Cno Castello werd een breccie aan de basis van de Esino gevonden. De breccie, die verder nergens in het gebied werd aangetroffen, bezit dus een slechts beperkte uitgebreidheid. Haar dikte is maximaal 60 m.

Elders, in het W en in het N wordt de onderste Esino gevormd door bruine of leverkleurige kalken, meestal met zwarte vlekken, zooals bij de Pte Nuovo of in de Esino van de Ardesio-opstapeling tegenover Ludrigno (J 6). Ook in het S en in het E bestaat de onderste Esino uit een (hoewel lichtere) zwartgeklepte kalk, welke hier echter meestal veel grillige conereties (tot 1 cm doorsnede) bevat, waarvan de meeste Evinospongiën bleken te zijn<sup>1)</sup>. Op deze onderste Esino volgt in de noordwestwand van de Mte Paré (N 6) een wel ruim 100 m dikke zone, die uitsluitend uit zeer grove Evinospongiën (doorsneden tot 7 cm) bestaat. In een nog hooger niveau werd in de Esino van de Remesclèr (N 7) een fossielbank aangetroffen, die veel slecht geconserveerde fossielen bevatte, waaronder voornamelijk Peeten sp.

De bovenste lagen van de Esino bestaan in dit gebied, evenals in dat aan de overzijde van de Serio, uit helder witte grofkorrelige dolomietbanken. Deze gemakkelijk verweerende lagen wil ik als Boven-Esino stellen tegenover de rest van de Esino. Deze horizont is goed ontsloten tegenover de uitmonding van de Acqualina in de Serio en ten N van de Mte Paré.

Evenals in het gebied ter rechterzijde van de Serio het geval is, wordt ook in dit gebied de Boven-Esino harder en minder grofkorrelig als de gelaagdheid duidelijker wordt. Dit nu is het geval ten S van de Mte Paré.

De Esino-facies van de Bergamasker Alpen is de facies van een meer of minder grofgelaagd *wittig verweerd* over het algemeen licht gekleurd kalk-dolomietpakket. Over het algemeen lichtgekleurd, want, hoewel de onderste Esino donkerbruin ontwikkeld kan zijn of zelfs zwart, zooals boven Dosso het geval is, en ook de Esino aan de grens met de Raibler over een dikte van 60 m zwart gekleurd kan zijn, zooals ten N van de Cma Blum (L 5), zoo blijven donkere tinten voor de Esino toch min of meer uitzonderingen. Opvallend blijft echter steeds de witte verweeringskleur van zelfs de donkerste Esino-kalken. Zooals uit zijn werk blijkt scheidde b.v. Trümpy in zijn gebied de Esino van de schalielooze (mergelige) Raibler geheel op het verschil in verweeringskleur der kalken.

<sup>1)</sup> Voor afbeelding zie: W. A. VISSER, Literatuur 32, blz. 118.

Daar waar de Esino-formatie goed gelaagd is, vertoont zij veelal op het verweerde oppervlak zeer dunne, sterker of donkerder verweerde bandjes tengevolge van uiterst fijne ingeschakelde mergellaagjes. Het is dus gerechtvaardigd te spreken van een toenemende en duidelijker gelaagdheid bij sterker verontreiniging van de kalk. Ook treedt dan tevens wegens de iets gewijzigde afzettingsomstandigheden een sterkere kleurwisseling in. Dit nu is volgens mij het geval met de Esino in de overgangszone en de geheel gelaagde zone van het gebied aan de overzijde van de Serio en hetzelfde treedt in het onderhavige gebied op in de bovenste deelen van de Esino van de Mte Paré.

In de groeve van Zuffalino in Onder-Raibler werden in de dikke Esino-achtige banken eenige doorsneden van fossielen gevonden, die veel overeenkomst vertoonden met de uit hogere Raibler-niveaux zoo bekende doorsneden van *Myphoria Kefersteini*. Waren deze doorsneden niet gevonden, dan zou ik mij de grens Ladinien—Carnien, op grond van het voorkomen van Carnien-fossielen in de direct op deze kalken rustende donkere kalk-schalieserie, ergens in de Onder-Raibler hebben gedacht. Met het oog echter op deze fossieldoorsneden acht ik het waarschijnlijk, dat de grens ongeveer samenvalt met de Esino—Raibler-grens of mogelijk zelfs nog lager ligt. Ten S van de Mte Paré werden in een der bovenste lagen van de aldaar goed gelaagde Esino eveneens dezelfde soort fossieldoorsneden gevonden, hetgeen het waarschijnlijk maakt, dat in oostelijke richting een steeds grooter deel van de Esino tot het Carnien gaat behooren.

#### H. De Raibler.

- Ten SE van de Pte Nuovo werd het volgende profiel opgenomen:
- zwarte dungelaagde kalkbanken en mergelschalies met *Myphoria's Kefersteini*.
  - 6,— m grijze dungelaagde kalkbanken.
  - 5,— m lichtgrijze kalkbank met fijne gelaagdheid door mergellaagjes, die soms fraai gegolfd zijn. Tevens licht geïmpregneerd met mineralen, n.l. sfaleriet, pyriet en een onbekend vaalgrijs mineraal.
  - 5,50 m idem. Echter met duidelijker mergellaagjes.
  - 0,20 m 4—6 cm dikke donkergrijze harde mergelbankjes.
  - 4,40 m lichtgrijze kalkbank met dunne geelverweerende mergellaagjes. Iets sterker geïmpregneerd met mineralen.
  - 40,— m idem. Geringe afwisseling in kleur tusschen de  $\pm$  3 m dikke banken.
  - $\pm$  20,— m 0,60—1 m dikke banken van vooral donkergrijze kalk.
  - $\pm$  3,— m grauwgrijze en blauwe mergelschalies.
  - $\pm$  2,— m donkergrijze 40 cm dikke kalkbanken, afgewisseld met groene kleischalie. (Zie beschrijving blz. 29).
  - 0,40 m groene kleisteen met in de onderste helft lichtgrijze kalkrolsteentjes van eenige cm doorsnede. (Zie beschrijving blz. 29).
  - 0,60 m idem. Insluitsels overheerschend.
  - 0,05 m groene mergelschalie.

- 0,15 m breccie met voornamelijk lichte fragmenten in groene grondmassa.
- 0,30 m groene mergelschalie.
- ± 0,20 m paarsroode kleischalie.
- 1,— m gele kalk waar doorheen gevlochten roode kleischalie (waarschijnlijk van tektonische aard).
- ± 6,— m roode, roodgekleurde en roodgestreepte lichte kalkbanken en een dieproode kleisteenbank.
- ± 6,— m Esinoachtige kalken met gelaagdheid door typische structuren b.v. oölietlagen.

#### Grofkorrelige Boven-Esino-dolomiet.

De zwarte kalkbanken en mergelschalies aan het hoofd van dit profiel vormen de onderste lagen van een ± 250 m dik pakket, eveneens zwart of donkerblauw van kleur, afwisselend kalkrijker of schalierijker. Dit complex van lagen, dat over zijn geheele dikte een geweldige hoeveelheid van het Carnien-gidsfossiel *Myophoria Kefersteini* bevat, heb ik als Midden-Raibler samengevat. Hetzelfde complex is in het gebied aan de overzijde van de Serio meer als een met gele laagjes afgewisselde dungelaagde knobbelige zwarte kalk, afgewisseld met grauwe of zwarte mergelschalies, ontwikkeld.

Dit profiel zou ik het ideaalprofiel van de Onder-Raibler in het Valle Seriana willen noemen. De Onder-Raibler bestaat hier dus uit een complex van overwegend lichte kalken, onregelmatig onderbroken door felgekleurde mergelschalies en kleischalies.

Zoals uit het profiel blijkt, is de Onder-Raibler hier rijk aan bijzondere kenmerken, zoals het optreden van de gekleurde schalies, van mineralen, oölietlagen, breccies, zeer dunne mergellaagjes en felrood gevlekte of gestreepte lichte kalken (*calcarea rosso*).

Gekleurde Onder-Raibler-schalies werden in het gebied, behalve in de omstreken van de Pte Nuovo nog gevonden boven Botto alto (J 7) en ten N van Piazzolo (K 7) over het bruggetje naar Botto en aan de overzijde van de Serio ten E van Oneta (C 3), ten W van de Bta Zuccone (C 6) en in de ombuiging van de Bta del Fop ten W van de Mte Vaccaro (G 6).

„*Calcarea rosso*” werd, behalve bij de Pte Nuovo nog aangetroffen ten N van Piazzolo en ten S van de Mte Paré. In deze laatste vindplaats is de roode kalk echter fijn breccieus, waaruit blijkt, dat het Onder-Raibler-breccieniveau hier, evenals in het gebied van Oltre il Colle, samenvalt met het eenige meters lager gelegen „*calcarea rosso*”-niveau. De Onder-Raibler-breccie werd, behalve bij de Pte Nuovo nog waargenomen aan de overzijde van de Serio ten W van de Bta Zuccone en in de ombuiging van de Bta del Fop ten W van de Mte Vaccaro.

VISSER vond in het oostelijk aangrenzend gebied eveneens roode kalk en wel in de bovenste lagen van zijn Onder-Carnien. In dezelfde serie komen in zijn gebied ontginbare afzettingen voor van fluoriet en bariet en ten N van de Presolana, behalve deze mineralen, nog belangrijke

afzettingen van sfaleriet, een zinkerts. Deze bovenste serie van het Onder-Carnien vertoont hier dus wel zeer duidelijk eenige der voor-naamste kenmerken van mijn Onder-Raibler.

Mijn Onder-Raibler werd door PORRO op eenige plaatsen apart aangegeven als een ertsrijke overgangsfacies, de Metallifero. Bij de bespreking van het ter rechterzijde van de Serio gelegen gebied, werd echter reeds uitvoerig betoogd, waarom ik heb gemeend deze Metallifero bij de Raibler te moeten inlijven.

Goed ontwikkelde oölietlagen werden door mij elders ook uitsluitend in de Onder-Raibler aangetroffen.

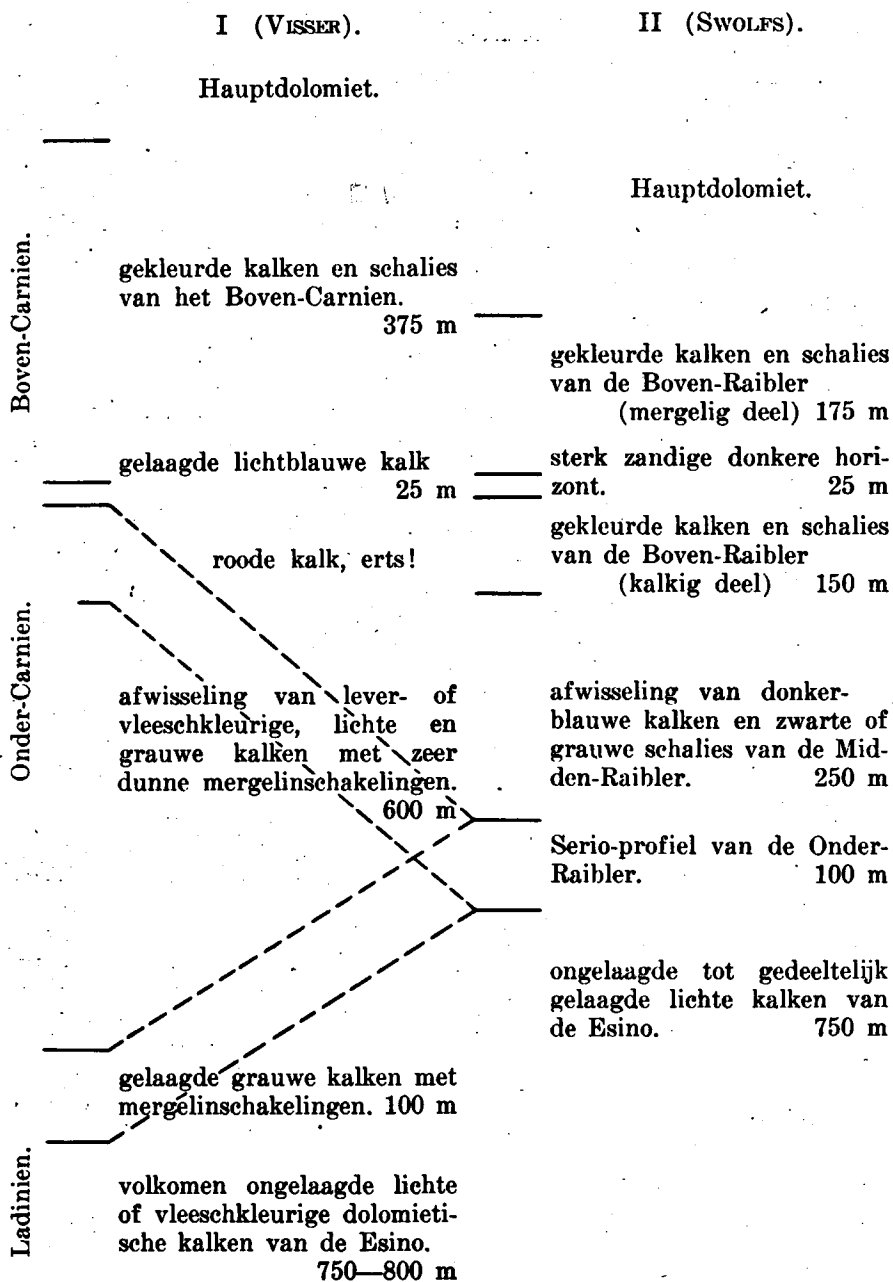
Toen ik op de Arera (C7) voor het eerst in aanraking kwam met de gelaagde Esino, vielen twee bijzonderheden aan deze kalken mij reeds dadelijk op. Op de eerste plaats het optreden van fijne mergelbandjes aan het verweerde oppervlak van de kalken en ten tweede onregelmatig verlopende grofkorrelige hardgele dolomietsnoeren met een dikte van 1—2 dm en een vervolgbare lengte van eenige meters. Op het eerste gezicht doen deze snoeren aan mergelintercalaties denken, doch bij nauwkeuriger beschouwing komt men tot het vermelde resultaat. Dergelijke snoeren herinner ik mij ook van een tocht door het gebied ten E van de Timogno, een gebied eveneens bestaande uit Esinoachtige kalken, hier echter als Onder-Carnien door VISSER gekarteerd.

Hoewel de uiterst dunne mergellaagjes van de Onder-Raibler duidelijker zijn (hooger gehalte aan kleibestanddeelen) en zelfs zichtbaar aan het verse breukvlak, werd het mij toch duidelijk, dat ik deze laagjes als kenmerk voor Onder-Raibler moest laten vervallen. Reeds eerder echter had ik met het oog op het feit, dat in kalk-schalieseries, die boven de boomgrens zijn gelegen en een sterke helling vertoonen, de schalies gemakkelijk uitverweeren, aan mijn collega's voorgesteld de dunne mergellaagjes als Raibler-kenmerk bij de scheiding van Esino en Raibler te gebruiken, echter niet, zooals VISSER vermeldt, bij de bepaling van de stratigrafische grens Ladinien—Carnien. Hierbij dient echter vermeld te worden, dat uit het werk van VISSER duidelijk blijkt, dat volgens hem de Raibler-grenzen voor zijn gebied ongeveer samenvallen met zijn Carnien-grenzen.

VISSER heeft, daar detailprofielen op verschillende plaatsen in zijn gebied opgenomen nogal belangrijke afwijkingen vertoonen, een ideaalprofiel van het Carnien opgesteld. In het door mij bewerkte gebied is de Raibler overal ongeveer gelijk ontwikkeld, zoodat mijn samengesteld profiel geldt voor het geheele gebied.

Ter vergelijking heb ik nu de profielen van VISSER en mijzelf naast elkaar geplaatst.

De Boven-Raibler van VISSER's profiel heb ik hier niet uitvoerig weergegeven, omdat deze horizont facieel geheel overeenkomt met het mergelig deel van mijn Boven-Raibler. De zandige horizont, die mijn Boven-Raibler in een kalkig en een mergelig deel scheidt, is zoo typisch, dat hij mij bij het karteeringswerk als gidshorizont diende. Een geheel identieke horizont nu vond ik in het Boven-Ogna-dal (VISSER) en ten N van de Presolana. Hij rust hier direct op de reeds vermelde ertsvoerende lichte kalkserie. VISSER heeft deze horizont (gelaagde



lichtblauwe kalk (25 m) ) als eveneens karakteristiek beschreven, zonder evenwel het sterk zandig karakter van de splinterige kleischalies en de typische verweering der zandsteenbanken in het Boven-Ogna-dal te vermelden. Onder dit niveau volgt in het profiel van VISSER een 600 m dikke serie van meest lichte kalken, welke hier en daar gestreept zijn door de verweering der uiterst dunne mergellaagjes en waarvan het bovenste gedeelte, zooals bekend, facieel geheel overeenkomt met de Onder-Raibler van mijn gebied en het onderste deel met de gelaagde Esino van de Arera. 100 m gelaagde grauwe kalk met mergelinschakelingen scheiden dit Onder-Carnien-pakket van de ongelaagde Esino. Deze 100 m dikke serie moet, daar zij direct rust op ongelaagde Esino, eveneens overeenkomen met mijn Onder-Raibler, zoodat uit de vergelijking van de profielen volgt, dat mijn Onder-Raibler-serie in het profiel van VISSER tweemaal voorkomt. Er dient echter even op gewezen te worden, dat de beschrijving van de onderste 100 m van het Onder-Carnien in het ideaalprofiel van VISSER voornamelijk geïnspireerd is op een profiel door de onderste lagen van het Carnien opgenomen boven Giogo, geheel in het SE van het door hem bewerkte gebied. Dit profiel, waarin brecciezones voorkomen, zou eventueel direct geparalleliseerd kunnen worden met de Onder-Raibler van het onderhavige gebied. Dit Onder-Carnien behoort tot de Presolana-overschuiving.

Er bestaan nu mijns inziens goede redenen deze belangrijke controverse tusschen de twee overigens goed te vergelijken profielen te wijten aan het feit, dat naar alle waarschijnlijkheid het grootste gedeelte van de 600 m lichte kalken van het Onder-Carnien van VISSER in werkelijkheid tot de Esino moet worden gerekend.

PORRO, die reeds eerder voor het Presolana-gebied een soortgelijk profiel had opgesteld als VISSER en evenals deze overtuigd was van de Raibler-natuur van de lichte kalkserie, schreef nu deze sterke afwijkingen van het normale Raibler-profiel toe aan het plaatselijk optreden van een dolomietische facies in de Raibler. VISSER sluit zich hierbij aan.

Bezwaren tegen de zienswijze van PORRO en VISSER vloeien volgens mij op de eerste plaats voort uit de groote overeenkomst van mijn Onder-Raibler met het ruim 500 m hooger gelegen ertsrijke niveau van VISSER's Onder-Carnien en op de tweede plaats ligt op de lichte Onder-Carnische kalk van de Ogna-overschuiving een volgens VISSER 100 m dik complex van blauwe geelverweerde kalk en grauwe mergels. Deze horizont, welke door het Presolana-dekblad wordt afgesneden, lijkt veel op mijn, de lichte Onder-Raibler bedekkende, Midden-Raibler.

Voorts levert de overgang van de dolomietische facies naar de ongelaagde (grofgelaagde) Esino moeilijkheden op. PORRO<sup>1)</sup> gaf van deze serie de volgende beschrijving, waaruit ik een globaal profiel heb samengesteld. „Dirigendoci poi a mezza costa sotto Monte Ferrante sino al passo per Val Sedornia e scendendo da questo alle baite di Fontana Mora noi incrociamo tutta la serie di banchi e fra questi prima di raggiungere la sottostante scogliera di Esino noi troviamo ben distinti intercalazioni scistose de Raibl. (a myophoria kefersteini). PORRO heeft

<sup>1)</sup> C. PORRO, Alpi Bergamasche, blz. 27, 1903.



duS, alvorens de Esino van de Bte Fontana Mora te bereiken, goed te onderscheiden inschakelingen van Raibler-schalies met Myophoria Kefersteini gevonden tusschen de bekende lichtgekleurde banken. Het belang van deze schaliezone inziende, heeft PORRO haar op zijn kaart duidelijk aangegeven. Daar hij een normale opeenvolging der lagen aanneemt, komt hij dus logischerwijs tot een dolomietische facies in de Raibler.

Het profiel, dat WEEDA geeft door de lagen ten S van de Bta alta Fontana Mora, doet, gelijk hij ook aanneemt, aan een normale overgang van Esino naar Raibler denken, zij het dan met inschakeling van een gelaagde Boven-Esino. Hoewel hij geen schalies aangeeft en geen Carnien-fossielen heeft gevonden, blijkt naar mijn meening toch uit het profiel, dat hij PORRO's echte Raibler-horizont moet hebben waargenomen.

VISSER's profiel door de lagen ten S van de Bta alta Fontana Mora is het minst duidelijk. Naar mijn meening heeft hij de lagen van PORRO niet waargenomen en zijn dikkere mergelinschakelingen zijn waarschijnlijk terug te voeren op de dolomietsnoeren die, zooals bekend, in de lichte kalkserie voorkomen.

Overgangsprofielen ten S van de Bta alta Fontana Mora.

I. (WEEDA).

II (PORRO).

III (VISSER).

Pr. Overschuiving.

donkere kalk met gele banden (koralen en concentrische structuren).	serie van lichtgrijze kalkbanken.	100 m leverkleurige kalken met uiterst dunne en dikkere mergelige kalken en mergels.
200 m dunne roode of zwarte mergelige kalkbanken met lichte soms gele en soms bruine verweering.	zône met typische Raibler-schalienschakelingen (Myophoria Kefersteini).	40 m lichte kalk met mergelinschakelingen. 60 m blauwe gelaagde kalk.
100 m afwisselend donkere en lichte kalkbanken.	lichtgrijze kalkbanken.	100 m gelaagde grauwe kalk met zeer dunne mergelinschakelingen.
700 m lichte grofgelaagde Esino-banken.	Esino-rifkalk.	ongelaagde Esino.

De 100 m grauwe kalk, die in het profiel van VISSER de ongelaagde Esino bedekt, gelijk hier niet op de beschrijving van het onderste Carnien (Giogo) in het ideaalprofiel en wordt door mij dan ook niet geparalleliseerd met mijn Onder-Raibler.

Precies in het verlengde van de typische Raibler-inschakeling van PORRO komen nu in mijn gebied inplooiingen voor van eveneens typische Raibler-lagen in de daar ongelaagde Esino (M 8). In deze Raibler-lagen, die direct als behoorend tot het kalkig deel van de Boven-Raibler werden herkend, komen talrijke fraaie exemplaren van Myophoria Kefersteini

voor. De Esino vertoont aan het contact met de steilstaande Raiblerlagen in hooge mate de sporen van tektonische werking. Zij is n.l. ter plaatse veranderd in een lichtgrijze in ronde vormen verweerend schilferig materiaal. De ontsluitingen worden naar boven toe afgesneden door de Servino van de Presolana-overschuiving.

De Esino, welke dicht onder de grootendeels weggeërodeerde Presolana-overschuiving is gelegen, is steeds sterk gemylonietiseerd. Deze mylonietzones, evenwijdig aan het naar het S hellend verschuivingsvlak, vertoonen een duidelijke fletsroode kleur. Het is dus mogelijk, dat de

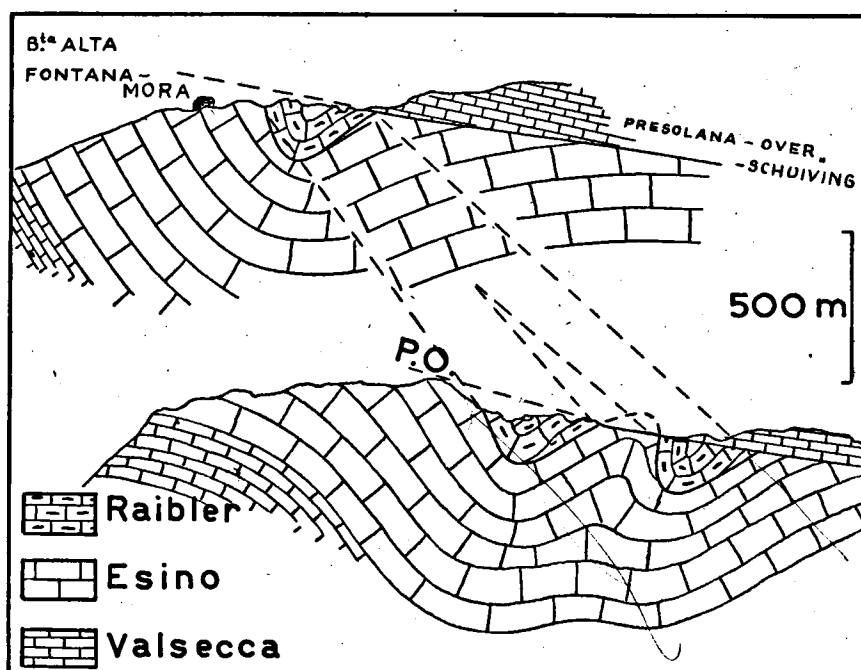


Fig. 5.

De Raibler-inplooïngen ten W van de Cma di Timogno en ten S van de Bta alta Fontana Mora (schematische voorstelling).

roode kleur, door WEEDA aan sommige kalken waargenomen, ook door mylonietisatie is ontstaan.

Werd de Boven-Raibler der inplooïngen direct facieel als zoodanig herkend, zoo wijst ook het vermoedelijk tektonisch ontstaan der inplooïngen op Boven-Raibler. Ik denk mij n.l. deze inplooïngen ontstaan door transport van deze lagen van Zuid naar Noord aan de basis van de Presolana-overschuiving. In het venster van het Boven-Rino-dal zijn nu dezelfde soort lagen uit de kalkige Boven-Raibler door de overschuiving afgesneden.

Met het oog op de groote overeenkomst van mijn Raibler-inplooï-

ingen met de Raibler-inschakeling van PORRO is het van belang na te gaan of het mogelijk is, dat ook ten S van de Bta alta Fontana Mora sprake kan zijn van een eventuele inplooiing aldaar van de typische Raibler.

Dit nu is zeer wel mogelijk, daar de goed gelaagde kalken van het Onder-Carnien van VISSER ten S van de Bta alta Fontana Mora zeer intensief in detail zijn geplooid. Deze plooiing is waarschijnlijk veroorzaakt door ineenpersing der lagen tegen het ten N van de baita steilstaande autochtoon (Valcanale flexuur) als gevolg van de beweging van de Presolana-overschuiving naar het Noorden.

In het geval nu, dat de Raibler-inschakeling ten S van de Bta alta Fontana Mora een ontplooiing zou blijken te zijn, zou er verder geen enkel bezwaar tegen zijn de serie goed gelaagde Esino-achtige kalken als voor het grootste deel behorend tot de Esino te beschouwen, echter met dien verstande, dat dan een toenemende zijdelingsche overgang van ongelaagde in gelaagde Esino moet worden aangenomen. Een zoodanige wijziging in de profielen van VISSER is zeer goed door te voeren. Tevens is dan een correlatie mogelijk tusschen mijn Onder-Raibler en de ertsrijke horizont van VISSER's bovenste Onder-Carnien.

Een andere consequentie van een eventuele inplooiing zou zijn, dat in dat geval het normale contact (welk contact inderdaad een normale indruk maakt) tusschen VISSER's autochtone Onder- en Boven-Carnien een zeer vlakke overschuiving moet zijn. Een zoodanige overschuiving vindt steun in de reeds besproken overeenkomst der onderste Boven-Carnien-lagen van VISSER, zooals ontwikkeld in het Boven-Ognadal, met de grenshorizont tusschen kalkig en mergelig deel van de Boven-Raibler van het door mij bewerkte gebied. Tevens meen ik tijdens een bezoek aan het Boven-Ognadal te hebben opgemerkt, dat zich in westelijke richting donkere lagen komen inschakelen tusschen het Onder- en Boven-Carnien van VISSER. Dezelfde grens ten S van de Cr.sta di Valzurio in de Raibler van de Ognal-overschuiving kan, zooals vermeld, vergeleken met het Serio-profiel als normaal beschouwd worden.

De overgang van de Midden-Raibler naar de Boven-Raibler is niet scherp. De kalken worden lichter en de schalies beginnen grauwbouwe en grauwoene kleuren te vertoonen. Hierop volgt een serie van blauwe, donkergrijze, lichtgrijze en witte kalkbanken, allen gelijkelijk verweerd en regelmatig afgewisseld door zwarte, grauwe, groene en lichtblauwe mergels en kleistenen en enkele bruingrijze zandsteenbanken. Deze lagen zijn goed waar te nemen op het groote pad van Piazzolo naar Avè (L7) en van de huisjes van Candave (L7) tot het breukcontact met de Esino. Verder in het Raibler-venster in het Boven-Rino-dal en in de reeds besproken Raibler-inplooingen.

Op het pad van Avè over het punt 1049 naar de Rne il Cugno passeert men een 50 m dik complex van zachte gekleurde Boven-Raibler-lagen, waaronder eerst lichtgrijze ongelaagde kalk volgt en dan harde donkergrijze zandige schalies. Daaronder volgt een horizont met dikke lagen zwarte mergelschalies, afgewisseld met geelbruin verweerde donkere harde zandsteenbanken. Ten NW van Candave werden in deze zwarte mergelschalies 20—30 cm in doorsnede metende knollen gevonden.

Deze zoo typische 25 m dikke horizont, die, zooals reeds werd medegedeeld, de Boven-Raibler in een kalkig en mergelig deel scheidt, is eveneens zeer fraai ontsloten in het zeer steile Mandra-dal (K 7), waarin het volgende profiel werd opgenomen:

Mandra-profiel.

- 17 m groene en gele mergels, gele kalken.
- 13 m grijze ongelaagde kalk (Hauptdolomietachtige kalk).
- 15 m gele breccies, gele kalken en groene mergels bovenin.
- 14 m grauwe mergels onder en grauwgroene mergels boven.
- 19 m geelgroene breccie en gele mergels, gele breccie.
- 12 m grijze ongelaagde kalk.
- 25 m donker zandig niveau.  
lichte kalken afgewisseld met sterk zandige mergels.

In de kalkige Boven-Raibler werden, hoewel in veel mindere mate als in de Midden-Raibler, nog talrijke exemplaren van *Myophoria Kefersteini* gevonden.

In het mergelig deel van de Boven-Raibler komen, zooals de naam reeds aanduidt, slechts in geringe mate harde kalksteenbanken voor. Het is n.l. een afwisseling van donkergrijze, grijze, bruine, gele, groene en roode mergelschalies en kleischalies, zachte gele kalken en zachte grijze kalksteenniveaux meest wit dooraderd.

Een profiel door een deel van de mergelige Boven-Raibler werd opgenomen in het hoogste gedeelte van het Valle Serrai (K 5) ten N van Clusone.

Serrai-profiel.

- grijze zachte kalk (vrijwel ongelaagd).
- 1 m zeer fijne zwarte schalie.
- 0.80 m bruine schalie met bladafdrukken en platronde calcietconcreties.
- 0.30 m afwisseling van 5 cm dikke donkerblauwe kalkbankjes en mergel-schalies.
- 1.20 m grijze mergel en kalkmergel.
- 0.20 m gele mergel.
- 2.50 m afwisseling van groene en gele mergelschalie.
- ? m paarsroode mergels.
- ? ? ?
- 43 m gekleurde schalies en zachte gele kalk.
- 20 m slecht gelaagde grijze kalk.
- 6 m grijze mergel.
- 25 m 40—60 cm dikke lichte tot donkere kalken, afgewisseld door dunne zwarte mergellaagjes. (*Myophoria*-doorsneden.)
- 5 m donkergrijze mergel.

De grens met de Hauptdolomiet is nergens normaal. Desondanks bereikt de mergelige Boven-Raibler op sommige plaatsen een dikte van 175 m. Deze Boven-Raibler is goed ontsloten ten S en SE van Ardesio, in de omstreken van Avè, in het Valle Serrai en ten S van de Mte Paré.

Van eenige gesteentemonsters uit de Onder-Raibler werden voor nader onderzoek slijpplaatjes gemaakt. Vooreerst van een monster van

de roode kalkbreccie in de groeve bij de Pte Seghe (J 7) aan de rechter oever van de Serio. In de sterk gelimonietiseerde, zeer fijnkorrelige grondmassa liggen zeer dicht op elkaar, doch elkaar niet rakend, iets grootere (alhoewel nog zeer kleine) idiomorfe calcietkristalletjes. Verder komen voor eenige fragmenten van idiomorfe kwartskristallen, idiomorfe zirkoonkristalletjes en kleine insluitsels van concretionaire kalk. De limoniet heeft zich vooral sterk rond de zirkoonkristalletjes geconcentreerd. De grootere kalkfragmenten, bestaande uit fijnkristallijne kalk, zijn aan de randen sterk verweerd. Zij zijn vrij van limoniet, die aan het gesteente een felroode kleur geeft. De kwartsfragmentjes moeten wegens hun idiomorfe natuur van tuffogene oorsprong zijn. Het gesteente is dus een tuffige kalkbreccie met gelimonietiseerde (mergel?) grondmassa.

Het nu volgend slijpplaatje is genomen van een monster van een groene kalksteenconglomeraat met tuffige, zeer fijne kalksteen als grondmassa. De kalkrolsteen bezitten een vrij dikke verweeringsrand, die groenig gekleurd is. Als getransporteerd waarschijnlijk tuffogeen materiaal komen afgeronde kwarts- en veldspaatkristallen voor, waarvan de laatsten verweerd zijn. De veronderstelling van een waarschijnlijk tuffogene natuur berust behalve op de aard der kristallen nog op het optreden van kleine korrels ontglaasd glas in dit gesteente.

Het volgend gesteente, waarvan een slijpplaatje is gemaakt, is een groengrijze kleischalie. Onder de microscoop blijkt het regelmatig verdeeld veel biotiet in losse blaadjes te bevatten. Deze niet georiënteerde zeer fijne biotietblaadjes zijn naar het mij toeschijnt door transport in dit gesteente terechtgekomen en niet ontstaan als gevolg van contactmetamorfe verschijnselen. Mooi idiomorfe zirkoonkristalletjes komen voor evenals kristalletjes van waarschijnlijk (klino-)zoiziet. Het gesteente is naar mijn meening een biotietpeliet.

## I. De Hauptdolomiet.

Alleen in het Zuiden van het gebied komen kalken behoorend tot de Hauptdolomiet-facies voor. Deze licht- tot donkergrijze, over het algemeen grofkorrelige dolomietische kalken zijn van de noordelijker gelegen sedimenten over de geheele breedte van het gebied gescheiden door een anormaal contact. Tegen dit contact vertoonen de kalken steeds een vrij sterke helling, welke in zuidelijke richting afneemt.

Op het einde van het Vle Serraiia bij Clusone komt een typische geelbruine kalkbreccie voor in direct steil breukcontact met geelgroene breccies uit de Boven-Raibler. Deze breccie gelijkt in alle opzichten veel op de door vroegere onderzoekers in de Bergamasker Alpen beschreven Onder-Hauptdolomiet-breccie. In het SW werd deze typische brecciezone, alhoewel minder sterk breccieus, teruggevonden op de toppen van Mte Nè en Mte Cucco (J 4) ook in contact met de Raibler.

Eveneens in het einde van het Serraiia-dal verloopt de Serraiia-Hauptdolomiet-Raibler-breuk in de Clusone-breuk, die zich in de Hauptdolomiet voortzet tot zij weer met eerstgenoemde breuk samenkomt ten S van de Cima Blum. Deze splitsing van de Clusone-breuk brengt tevens

een splitsing met zich mee in de Onder-Hauptdolomiet-brecciezone. Zoo kunnen wij de brecciezone (hoewel minder uitgesproken breccieus) vervolgen langs de Clusone-breuk tot ver op de rug van de Mte Simèr (K 4) en ook langs de Serrai-a-breuk in het Boven-Serrai-a-dal (eveneens steeds minder breccieus). De zone langs de Serrai-a-breuk laat ons zeer duidelijk de langzame zijdelingsche overgang zien van de Onder-Hauptdolomiet-breccie in een horizont van kalk, die veel op Esino-kalk lijkt. De Onder-Hauptdolomiet-brecciezone is maximaal 90 m. dik.

In het Onder-Serrai-a-dal volgt op de geelbruine breccie een zone van lichtere tot donkerder kalk, die wat gescheurd lijkt en een gele verweering laat zien langs deze zeer onregelmatige scheuren. Deze zone moet dus worden opgevat als een overgangszone naar de bedekkende kalk en het materiaal gelijkt dan ook zeer veel op dat van de overgang van breccie naar de Esinoachtige kalk van de brecciezone zelf. Hierop volgt een gebroken donkere dolomietische kalk. Deze zone wordt weer gevolgd door een donkergrijze fijne breccie, die tot 1 cm groote fragmenten bevat in een lichtergrijze grofkorrelige grondmassa. Donkergrijze tot vrijwel zwarte dolomietische kalkbanken rusten op deze breccie. Tusschen die lagen komen enkele fijngelaagde zandige kalken met ribbelingen voor en eveneens een lichtgrijs niveau met fraaie exemplaren van *Avicula exilis* Stopp., gidsfossiel voor het Norien.

Boven Rovetta bij Pratolongo (N 5) dagzoomt dikbankige, grofkorrelige witte dolomiet. Lagere niveaus worden donkerder en beter gelaagd. Op het zigzagpad naar de huisjes op 825 m (N 4) treedt dezelfde witte dolomiet op, zij wordt hier echter afgewisseld door zwarte ijzerhoudende, dunbankige lagen met talrijke doorsneden van *Avicula exilis*. Komen er breccies in de witte en grijze Hauptdolomiet voor, dan zijn dit sedimentaire breccies, want ze worden afgewisseld door de zwarte ongebroke lagen.

In de nabijheid van breuken is de Hauptdolomiet ook steeds breccieus, maar de barsten zijn dan meestal opgevuld met witte calciet.

Van de Hauptdolomiet van de Mte Scanapà, het meest zuidoostelijke punt van het door VISSER bewerkte gebied, geeft deze het volgende profiel.

± 30 m dolomietbreccie.

85 m grauwe grofkorrelige dolomiet, tamelijk goed gelaagd.

15 m grofbreccieuse dolomiet.

De onderste brecciezone wordt volgens VISSER door een breuk met een 500 m spronghoogte gescheiden van de gele en groene schalies en gele zachte kalken van de bovenste Raibler, zooals die fraai ontsloten zijn bij de Albergo Franceschetti. De breccies wijken in zooverre af van die van de brecciezone, welke de Onder- en Boven-Hauptdolomiet van VISSER scheidt, dat de matrix hier bruin gekleurd is. Naar mijn meening heeft VISSER hier een onjuiste parallel getrokken en is de brecciezone van de Mte Scanapà de bekende geelbruine Onder-Hauptdolomiet-breccie der Bergamasker Alpen, zooals die ook bij Clusone ontwikkeld blijkt te zijn. De Raibler gaat in de Mte Scanapà dus hoogstwaarschijnlijk op normale wijze over in de Hauptdolomiet.

VISSER heeft een breuk aangenomen van Priona naar Pratolongo,

waarvan hij zegt, dat zij een sterk hypothetisch karakter draagt. Tijdens de opname van een profiel bij Pratolongo heb ik geen storing in de lagen waargenomen. Mocht er inderdaad een breuk in het Vle di Bino optreden, dan moet deze breuk uiterlijk bij Pospè eindigen.

In de harde kalkbanken der bovenste Raibler-lagen werden nog schaars Myophoria's Kefersteini Münt. gevonden en een 40 m boven de Onder-Hauptdolomiet-breccie de eerste Avicula's exilis Stopp. De grens Carnien—Norien valt dus ongeveer samen met de Raibler—Hauptdolomietgrens.

Slechts de onderste horizonten van de ongeveer 1200 m dikke Hauptdolomiet-formatie zijn in dit gebied aanwezig.

### J. Het Kwartiar.

In het Serio-dal is van de Pte Nuovo af duidelijk een terras te onderscheiden. Op het terras liggen de dorpen Ardesio, Ogna en Villa d'Ogna. Het eindigt voor Pte della Selva in een breed heuvelachtig zwaar beboscht terrein; „la Selva” geheeten. La Selva (I 3) is opgebouwd uit keien van allerlei grootte en fijne zanden, die een frissche indruk maken. Aan de oppervlakte is zij bedekt door talrijke erratische blokken. CAFFI beschouwt la Selva als een grondmoreene, hetgeen ook mij waarschijnlijk lijkt.

Zowel de goede gelaagdheid als de oriëntering der schuifsteenen wijzen op een fluviatiele oorsprong van het terras, noordelijk van la Selva.

De grondmoreene van la Selva wordt door PENCK als laagterras aangeduid, waarop dan typische „Stirnmoränenwälle” liggen. Dit laagterras ligt, althans aan de zuidoostzijde, weer op kalkrolsteenafzettingen van de Gera.

Parre inferiore (H 3) is gebouwd op een terras, dat voor het grootste deel is samengesteld uit fijne zanden, die leemachtig aanvoelen en steile wanden vormen. Ligt het laagterras van la Selva (PENCK) op ongeveer 500 m, dat van Parre ligt op 530 m en dit laatste terras kan volgens mij dus geparalleliseerd worden met het hoogterras van Casnigo (PENCK) op  $\pm$  500 m na de vernauwing van het Serio-dal tusschen Nossa en Casnigo. Het terras van Parre bevat ook enkele gerichte schuifsteenen, zoodat het niet met zekerheid te zeggen is of we hier met een moreene of met een fluviatiele afzetting te maken hebben. Persoonlijk houd ik het terras van Parre voor een moreene-afzetting, waarschijnlijk een zijmoreene. TARAMELLI en PENCK beschouwen het hoogterras van Casnigo als behorend tot de Riszijstijd. Volgens PENCK ligt dit hoogterras op het laagterras, hetgeen naar mijn meening onmogelijk het geval kan zijn, daar het laagterras van la Selva (de grondmoreene) de jongste Pleistoceene afzetting moet zijn in deze streek, gezien het opvallend frissche karakter van het gletschermateriaal en het belangrijk topografisch relief, dat de afzetting nog heden bezit.

De Serio-gletscher werd volgens CAFFI nog gevoed door gletschers komend uit de groote zijdalen als het Valgoglio, het Val Canale en het Valle di Valzurio. Zoo constateerde hij een eindmoreene aan de monding van het Valgoglio onder Gromo. Interessant zijn volgens hem ook de

glaciale afzettingen onder Nasolino (K 5) in het Valle di Valzurio. Hier zal n.l. Ceppo (weinig of niet verweerd praeglaciaal) liggen, bedekt door glaciaal materiaal. Onbekend met CAFFI's onderzoeken, heb ik weinig aandacht besteed aan de puin- en rolsteenafzettingen onder Nasolino, wel echter heb ik resten van kalkrolsteenafzettingen gevonden op de hellingen ten ESE van Ogna tot een 100 m boven de tegenwoordige dalbodem. Deze vondsten stemmen dus overeen met CAFFI's waarnemingen onder Nasolino.

Onder in het Valle Nossana vond CAFFI een groot blok roode Ardesio-marmer (roode Onder-Raibler-kalk van de Pte Seghe) en een nog grooter blok (10 m<sup>3</sup>) bij Capolungo (boven de begraafplaats halverwege Pte di Nossa en S. Carlo) (G 2). Het vinden van zulk een steen in het Valle Nossana behoeft niet op gletschertransport te wijzen, daar in de synclinale ombuiging van de Bta del Fop ten NE van deze baita de roode kalk nog werd aangetroffen. Het grootere blok bij Capolungo moet echter, zooals CAFFI aangeeft, door de Serio-gletscher zijn aangevoerd, zoodat deze gletscher bij Nossa nog een 100 m dik moet zijn geweest. Het einde van de Serio-gletscher ten tijde van die maximale ijsuitbreiding moet zich dus tusschen S. Carlo en Casnigo bevonden hebben.

CAFFI vermoedt een diffluentie van de Serio-gletscher tegen de Mte Nè. De Clusone-tak zou zich dan vereenigd hebben met de gletschers van de Presolana en die komend van het Val Camonica. Deze diffluentie, die wat betreft de hoogteverhoudingen zeer waarschijnlijk is, brengt met zich mee, dat Serio-materiaal ten S van Clusone moet zijn gedeponeed, zij het zeer sterk gemengd met het kalkmateriaal der andere gletschers. Dergelijk Serio-materiaal is door mij ten S van Clusone niet waargenomen, hetgeen echter niet wil zeggen dat ik twijfel aan de waarnemingen van CAFFI.

Ten NE van Ardesio werd een groot aantal erratische blokken opgemerkt tot op een hoogte van ruim 1000 m. Op 1020 m werd b.v. nog op een driesprong in het pad van Botto alto naar Gromo precies ten E van de Pte Nuovo een blok Verrucano-conglomeraat gevonden van naar schatting 70 m<sup>3</sup> inhoud.

Het door de Presolana-gletschers en de gletschers van het Val Camonica? en Val Dezzo in hoofdzaak aangevoerde gemengde kalkmateriaal levert bij verweering een grauwe tot grauwbrown verweeringsaarde op. Verweerd Hautpdolomiet-puin heeft een roodbruine kleur. Hoewel in de vlakte van Clusone de overgang tusschen deze twee soorten aarde natuurlijk niet scherp is, was zij toch voldoende voor een puinrolsteen-kartering in deze vlakte. Deze grens is op de kaart aangegeven.

In de Clusone-vlakte bestaat geen hoogteverschil tusschen puin- en rolsteenafzetting, zooals het geval is even voorbij Fino del Monte, waar het puin tot een hooger terras behoort (terras III van VISSER). In dit pinterras werd door mij boven Rovetta con Fino eenig vreemd erratisch materiaal aangetroffen (grondgebergte-materiaal), dat afkomstig moet zijn uit het Val Dezzo.

Ten S van Rovetta zijn duidelijk 2 terrassen waar te nemen. Op de eerste plaats het terras van Songavazzo, dat zeer verhard is en sterk



verweerd. Dit terras komt in hoogte overeen met het terras III van VISSER. Ten tweede het terras, waarop Fino is gebouwd, en dat overeenkomt met terras IV van VISSER.



Fig. 6.

Terras van Fino del Monte in het Valeggia.

VISSER heeft geen verschillen waargenomen tusschen zijn terrassen wat betreft verweering en verharding. In het Valeggia is echter het oudste terras (terras III) sterk verweerd en zeer hard, het jongere terras minder verweerd en lossier. Voor het verschil tusschen de terrassen III en IV, dat alleen hier optreedt, weet ik geen verklaring, misschien is dit verschil slechts te wijten aan de oudere ontsluiting van terras III.

Evenals in het Valle Seriana het geval is, zoo is ook het rolsteenmateriaal van het Val Gera en het Valeggia duidelijk van fluviaatiele oorsprong.

Wanneer zijn deze fluviaatiele afzettingen nu ontstaan?

VISSER, die geen vreemd materiaal in de terrassen heeft gevonden, gelooft dan ook niet aan een belangrijk gletschertransport in het Val Gera (Valeggia). Slechts kleine afzonderlijke gletschers hebben zich volgens hem van de omringende bergen tot in het dal uitgestrekt. Hiertegen zijn echter groote bezwaren in te brengen. Door verscheiden onderzoekers zijn in het Val Gera uit het Dezzo-dal stammende rolsteenen gevonden. Zoo is b.v. door CAFFI nog een groot erratisch blok gevonden bij de Stalle della Valle bij Cantoniera. En van Castione

naar Cantoniera gaand en ook zuidelijk bij Cerete zag hij steeds weer rolsteenen afkomstig uit de Servino en uit het Perm. Door mij werd eveneens erratisch materiaal gevonden. Ook is de waarschijnlijk zeer dunne moreenebedekking van de dikke rolsteenafzettingen in de vlakte van Clusone <sup>1)</sup> slechts te verklaren door vereeniging van verschillende kleinere gletschers met een gletschertong uit het Val Dezzo over de pas van Giogo. Er heeft dus geen ononderbroken fluvioglaciale afzetting plaats gehad tijdens het geheele Pleistoceen, zooals VISSER zich dat voorstelt.

STOPPANI, PENCK en anderen nemen alle een stuwning aan van het ijs van de Oglio-gletscher in de zijdalen. Zoo b.v. in het Val d'Angolo zelfs in die mate, dat afvloeijing van ijs over de pas van Giogo zou hebben plaats gehad. De Dezzo-gletscher zou deze Oglio-gletscher niet hebben bereikt en een stuwmeer moet zijn gevormd blijkens zekere afzettingen bij Angolo gevonden (Fig. 7).

CAFFI geeft echter een mijns inziens meer bevredigende verklaring voor de ijsafvloeijing over de pas van Giogo. Hij wijst n.l. op de mogelijkheid, dat tijdens een maximale ijsuitbreiding ijs van de Oglio-gletscher langs het Val Trobiolo het Dezzo-dal kan zijn binnengedrongen en deze toevoer kan voldoende geweest zijn om de Dezzo-gletscher tributair te maken aan de opstuwende Oglio-gletscher. Het zadel van Giogo is tegenwoordig een 600 m boven de dalbodem gelegen. De Dezzo heeft zich in Holoceene tijd echter zeer diep ingesneden en op het zadel zijn machtige hellingpuin-afzettingen terecht gekomen. CAFFI schat daarom de hoogte van het zadel van Giogo tijdens die maximale ijsuitbreiding op ongeveer 200 m boven de bodem van het toenmalige Dezzo-dal. Ten tijde van mindere uitbreiding ontstond dan het stuwmeer bij Angolo.

Ook in het Borlezza-dal zou de Oglio-gletscher zeer ver zijn binnengedrongen, volgens STOPPANI zelfs tot voorbij Clusone. De meeningen loopen echter hierover sterk uiteen. Zoo denkt b.v. HANS HESS aan een toestrooming uit het Borlezza-dal tijdens de Würm-ijstijd. Bij Cerete werden afzettingen gevonden van een glaciaal stuwmeer, zoodat wij in ieder geval rekening moeten houden met een opdringen van Oglio-ijis in het Borlezza-dal. Ook werden rolsteenen van tonaliet van de Adamello gevonden bij Songavazzo (TARAMELLI) en volgens CAFFI ook ten S van Clusone. Naar mijn meening bestaat er echter toch groot bezwaar tegen een opstuwning over zoo groote afstand, daar die stuwning moet hebben plaats gevonden tegen de algemeene bewegingsrichting in. De tonalieten moeten in geval van een betrekkelijk geringe opstuwning in

<sup>1)</sup> De in de literatuur vermelde vondsten van erratica, de waarschijnlijkheid van diffluentie van de Serio-gletscher, de afronding van de uit het Kwartair oprijzende bulten, bestaande uit Hauptdolomiet-kalk, zoowel als het plaatselijk topografisch relief, vormden voor mij de aanleiding om bij gebrek aan ontsluitingen te denken aan een zeer dunne moreene bedekking. Vandaar dat ik de vlakte van Clusone als bedekt door de Clusone-moreene op de kaart heb aangegeven.

COZZAGLIO publiceerde onlangs in een geomorphologische studie een foto van de ontsluiting in het terras onder Fino del Monte (vergelijk Fig. 6). Onder dit fluvioglaciale terras is volgens hem, gedeeltelijk verborgen onder puin, het praeglaciale conglomeraat ontsloten.

Hij is een voorstander van opstuwning van een zijtak van de Oglio-gletscher in het Borlezza-dal tot voorbij Clusone in het Valle Seriana.

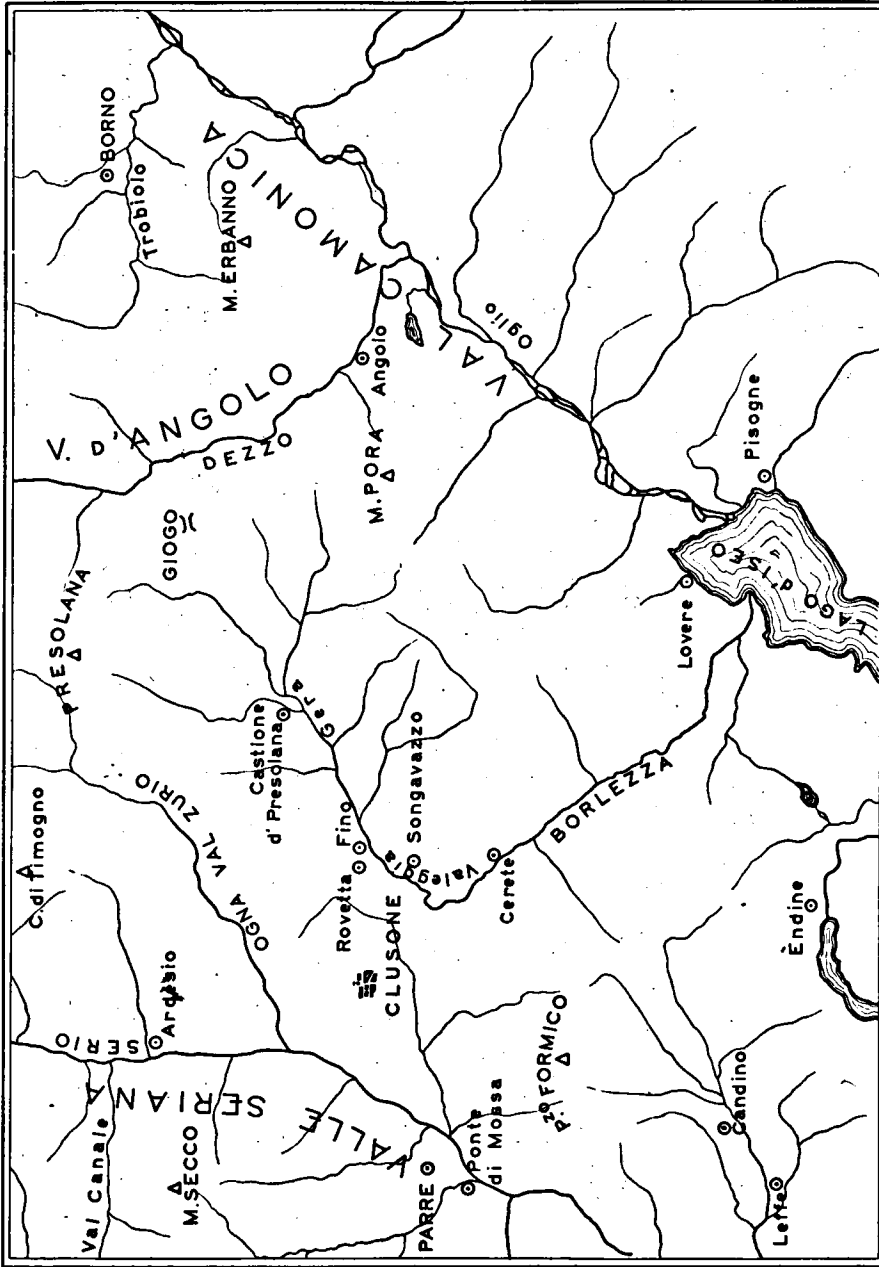


Fig. 7.

Overzichtskaatje van de rivierdalen ten NW van het Lago d'Isco.

het Borlezza-dal afkomstig zijn van de Dezzo-gletscher. Of er ooit een samentreffen van Serio-gletscher en vereenigde Gera-gletscher heeft plaats gevonden, is moeilijk na te gaan.

Voor zoover mij bekend, is alleen vreemd gletschermateriaal gevonden in de bovenste lagen der Val Gera- en Valeggia-afzettingen. De fluviatiele afzettingen moeten dus ouder zijn dan de laatste ijsafvloeiing over de pas van Giogo en de waarschijnlijk ook daarmee in verband staande oppervlakkige moreenebedekking in de vlakte van Clusone, dus in ieder geval prae-Würm.

In verband met de situatie in het Val Gera en Valleggia is het niet uitgesloten, dat ook in het Valle Seriana de fluviatiele afzettingen

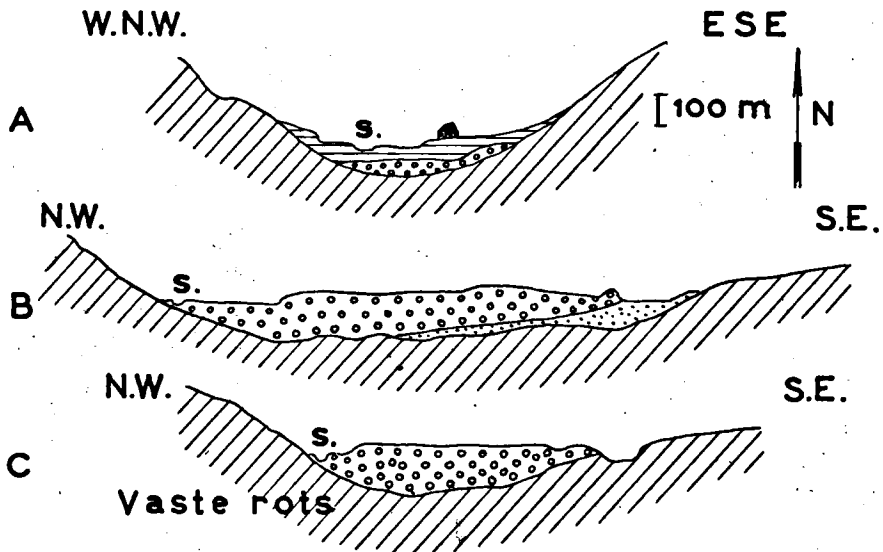


Fig. 8.

Profielen door het Kwartair van het Valle Seriana.

- a. profiel door het terras van Villa d'Ogna.
- b. profiel door het noordelijk deel van de moreene van la Selva.
- c. profiel door het zuidelijk deel van de moreene van la Selva.

een prae-Würm ouderdom zouden bezitten, misschien wel een praeglaciale. De moreene van la Selva zou dus in dat geval een erosierest voorstellen van de grondmoreene van de Würm-gletscher. Als bewijs voor gletscherbeweging op de fluviatiele afzettingen zou kunnen gelden de plooiing van het terras onder Villa d'Ogna.

Waarschijnlijker lijkt mij echter een ontstaan der fluviatiele afzettingen door een diepgaande erosie en belangrijk transport van de Würm-grondmoreene na het definitieve terugtrekken van de gletscher. In dit geval zal de moreene van la Selva nog over eenige afstand onder de fluviatiele afzettingen moeten verlopen, hetgeen is weergegeven in het profiel door het terras van Villa d'Ogna.

Uit de profiel-tjes door la Selva blijkt overduidelijk, dat van een typische „Stirnmoränewälle”, zooals aangegeven door PENCK, geen sprake is. Ik geef gaarne toe, dat op de zuidoostgrens van de „la Selva”-moreene een wal voorkomt, die de indruk kan wekken van een eindmoreenewal of liever van een zij- of oevermoreene, maar op la Selva zijn hogere punten aan te wijzen dan deze kleine rug. Hij kan gemakkelijk zijn ontstaan door erosiewerking op de moreene. De moreene zelf is waarschijnlijk een grondmoreene, misschien hier dikker wegens de nabijheid van het einde van de gletscher.

Sporen van de aanwezigheid van oudere gletschers zijn misschien alleen in het terras van Parre bewaard gebleven. Hun afzettingen zijn blijkbaar aan de zeer sterk erodeerende werking van de jongere of jongste gletscher ten offer gevallen. Op een groote erosiekracht wijzen de zijdalen als het Valle Sedornia en het Valle di Valzurio, die heden nog de indruk vestigen zwevende zijdalen te zijn geweest. Het terras van Parre zou ook een oevermoreene van de Würm-gletscher kunnen zijn.

Alle kwartaire afzettingen, die niet direct tot een terras of een moreene behooren, zijn gelijk aangegeven, waar de bedekking storend werkte op de karteeringswerkzaamheden of zij een zoodanige dikte bereikte (100 m en meer), dat zij als afzetting van belang werd.

Slechts enkele dagen voor het manuscript ter perse ging, kreeg ik het toen juist verschenen werk van HEINZ O. HAUPT in handen, dat voor een belangrijk deel handelt over de Kwartaire afzettingen in het Valle Seriana, in de vlakte van Clusone en in het Valeggia. Over het algemeen komen de resultaten van mijn meer globaal onderzoek goed overeen met die van HAUPT, in de details treden echter veelal grootere afwijkingen op, vooral wat betreft de oppervlakkige moreene-afzetting in de vlakte van Clusone (slechts een opvallend geringe (Risz) blokstrooiing volgens HAUPT) en de afstand, waarover het ijs van de Dezzogletscher bij de transfluentie het Gera-dal is binnengedrongen (Grondbergte-schuifsteenen boven Rovetta). Zoo ook schijnt mijn vondst van resten van een kalkrolsteenafzetting ten ESE van Oгна in het Valle di Valzurio in tegenspraak te zijn met HAUPT's uitdrukkelijke negatie (Perm- en Grondbergte-schuifsteenen van een zijmoreene van de Serio-gletscher) van een eindmoreene van de Valzurio-gletscher aan het einde van dat dal (CAFFI).

Daar echter HAUPT een speciaalstudie over de Kwartaire afzetting in deze streek heeft gemaakt en hem ook vele gegevens, verzameld buiten het door mij bewerkte gebied, ten dienste stonden (b.v. de eindmoreenewallen van de Borlezza-gletschertak ten S van de lijn S. Lorenzo—Sangavazzo) en zijn werk de indruk vestigt te zijn gebaseerd op degelijk onderzoek, verwijs ik voor een meer diepgaande studie van de Kwartaire afzettingen in de door mij bewerkte gebieden met genoegen naar HAUPT's „Die eiszeitliche Vergletscherung der Bergamasker Alpen”.

### III. DE INTRUSIEVE GESTEENTEN.

Ook in ons terrein werden gesteenten, ontsproten aan een diorietisch magma, in gangen gevonden. Het gesteente, dat donker grijsgroen gekleurd is, is soms wat grofkorrelig en bevat dan behalve duidelijke hoornblende-fenokristen ook nog duidelijke tot 8 mm groote eerstelingen van plagioklaas.

Een gang werd gevonden in het groote zijdal van het Val Rino voorbij Avè. Verder komen in het zijdal van Avè ten W van de huisjes van Candave drie 1 m breede gangen voor, gescheiden door slechts een halve meter normaal gesteente. Deze gangen vereenigen zich in westelijke richting. Ook werd nog een gang aangetroffen ten W van de Corno Rondinino (K 7) in de Esino-bult, welke hier uit het puin oprijst.

De gangen ten NW en N van Avè hebben respectievelijk een richting van N 114° E en N 108° E en die ten W van de Corno Rondinino is N 109° E gericht. Dit parallele verlopen der gangen is opvallend.

Op het pad van Clusone naar de Fontana della Mamma in het Valle Serraiia is over korte afstand aan het vlak van de Clusone-breuk eveneens een grijsgroen gesteente ontsloten, dat aan het breukvlak wat gestoord bleek te zijn. Macroscopisch zijn aan dit sterk secundair omgezet gesteente fraaie idiomorfe kristallen waar te nemen in de kristalvorm van plagioklaas en verder tot 4 mm lange olijfgroene naalden waarschijnlijk met de kristalvorm van hoornblende. Onder de microscoop zijn slechts met moeite eenige idiomorfe kristallen (met plagioklaas-vorm) te herkennen, opgebouwd uit een secundair weinig lichtbrekend mineraal-agregaat en eenige lange onregelmatig begrensde naalden met hogere licht- en dubbelbreking, waarschijnlijk voor een groot deel samengesteld uit epidoot. Dit gesteente, dat niet te lijden heeft gehad van tektonische drukkracht, is dus waarschijnlijk ontstaan door algeheele secundaire omzetting van een hoornblende-diorietporphyrietgang.

Jammer is, dat niet kon worden uitgemaakt in welk verband deze intrusie staat met de Clusone-breuk. Mogelijk is wegens de steile stand van het breukvlak (70° S), dat het intrusieve gesteente langs dit vlak zelf is geïntrudeerd, waarschijnlijker echter lijkt mij een intrusie, die het reeds bestaande breukvlak onder geringe hoek snijdt, waarna weer beweging in een later stadium langs het vlak moet zijn opgetreden. Ook is zeer wel mogelijk, dat het Clusone-breukvlak na de intrusie-periode is ontstaan. In ieder geval heeft na de intrusie beweging langs het Clusone-breukvlak plaats gehad, waarmede de postintrusieve phase van de tektogenese in de Zuidalpen ook voor dit gebied is komen vast te staan<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Zie: J. WEEDA (Literatuur 33); W. A. VESSER (Literatuur 31).

#### IV. BRECCIES

In de Trias van de Bergamasker Alpen werden door verscheidene onderzoekers eenige brecciezones waargenomen. Zoo werd b.v. door COSIJN een breccieus kalksteen beschreven voorkomende in het Valle Brembana op de grens van de Muschelkalk (Valsecca-formatie) en de Esino.

Ook in de Boven-Esino vond COSIJN, evenals later WENNEKERS en HOFSTEENGE, een kalkbreccie. Verder werden breccies vermeld uit de onderste lagen van de Hauptdolomiet. Vooral een gele breccie aan de basis van de Hauptdolomiet verkreeg bekendheid door haar typisch uiterlijk. Deze breccies moeten allen wegens haar gebondenheid aan een bepaald stratigrafisch niveau tot de sedimentaire breccies gerekend worden.

Alleen het Boven-Esino-(Onder-Raibler-)breccieniveau zet zich waarschijnlijk ononderbroken tot in de oostelijke Serio-oever voort. De andere der genoemde breccies treden in het Valle Seriana meer plaatselijk op, bewijzen echter door hun aanwezigheid ook voor deze niveaus het regionale karakter.

Ook in de Boven-Raibler komen fraaie breccies voor, die, hoewel aan bepaalde niveaus van deze serie gebonden, naar mijn meening toch van tektonische oorsprong moeten zijn. Deze niveaus leenen zich n.l. door hun samenstelling bijzonder voor de vorming van tektonische breccies. Zij komen uiteraard alleen voor in sterk gestoorde deelen van het terrein, b.v. in de nabijheid van de groote overschuivingen.

##### *De sedimentaire breccies.*

Ongeveer op de grens tussehen Valsecca en Esino komt in het onderzochte gebied slechts een breccie voor ten N van Nasolino in het Beneden-Ogna-dal. Deze breccie, hoewel van betrekkelijk geringe uitgebreidheid, is daarom zoo interessant, omdat zij duidelijk discordant ligt in het stratigrafisch profiel (Fig. 9). Boven Dosso ligt n.l. goed ontsloten de reeds besproken bitumineuse zwarte Onder-Esino-kalk ( $\pm 45$  m dik). Daarop rust de breccie, ruim 40 m dik. Dezelfde breccie, bestaande uit lichte en uit donkere gemiddeld 2 cm in doorsnede metende componenten in een grijze matrix, werd ten N en NW van de Prati del Lo en ten W en NW van de Corno Castello gevonden in direct contact met de Valsecca. De grootste dikte werd geconstateerd ten NW van de Prati del Lo en zij bedraagt daar ongeveer 60 m. De twee soorten componenten en de discordante ligging t. o. v. het stratigrafisch profiel doen ons denken aan een hellingbreccie. Op de breccie heeft zich overal dezelfde lichtgrijze ongelaagde Esino-kalk met Diplo-

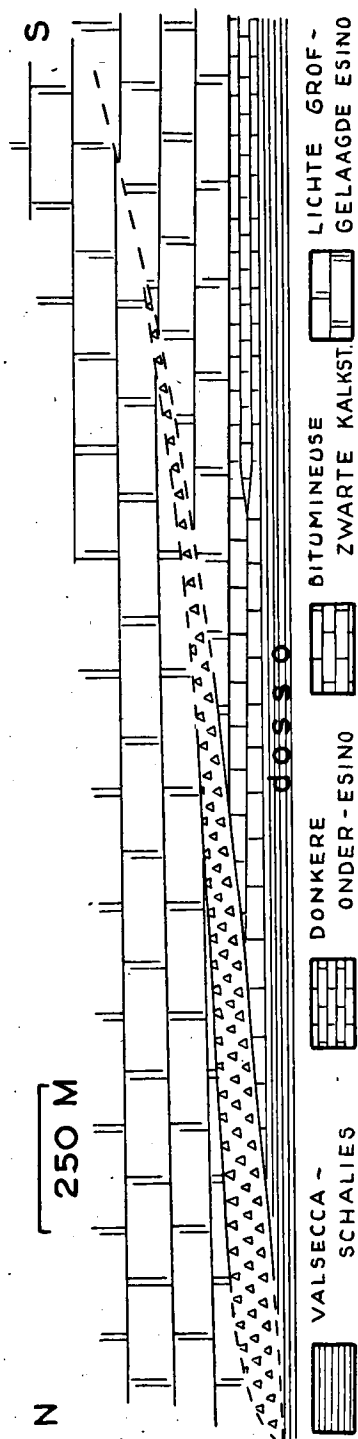


Fig. 9.

Schematisch profiel door de Onder-Esino-breccie van de Prati del Lo.

pora annulata afgezet. Het ligt nu voor de hand om, wat betreft de ontstaanswijze, te denken aan een puinhelling afgezet in een wat diepere rustige zee, waar de sedimentatie voortgang vond. Of ook afglijding heeft plaats gehad, kon niet worden vastgesteld.

Volgens de gegevens van COSIJO en HOFSTEENGE ligt de Boven-Esino-breccie in het Valle Brembana onder het „calcare rosso"-niveau<sup>1)</sup>. In het gebied van Oltre il Colle valt de breccie met dit niveau samen, d.w.z. de breccie bezit daar een duidelijk roode kleur. In het Boven-Val Parina (C 6) is het breccieniveau slechts in een enkele kleine ontsluiting gevonden. Hier werden door mij geen roode bestanddeelen in de breccie aangetroffen. Meer oostelijk werd roode kalk en fel-roode mergel waargenomen op de zuidhelling van de rug van de Mte Leten (E 6). De breccie zelf werd weer teruggevonden ten W van de Mte Vaccaro in de liggende noordflank van de synclinale van de Bta del Fop. Zij gelijkt hier in alle opzichten op die ontwikkeld bij de Pte Seghe aan de Serio. Direct links van de weg van de Pte Seghe naar Valcanale vindt men de breccie ontsloten in een kleine kalksteen-groeve. In deze groeve, ontstaan door de ontginning van de breccie, werd het volgende profiel van de zone, waarin de breccie voorkomt, opgenomen.

<sup>1)</sup> De „calcare rosso" werd door mij reeds tot de Onder-Raibler gerekend, vandaar dat verder van de „Onder-Raibler"-breccie zal worden gesproken.



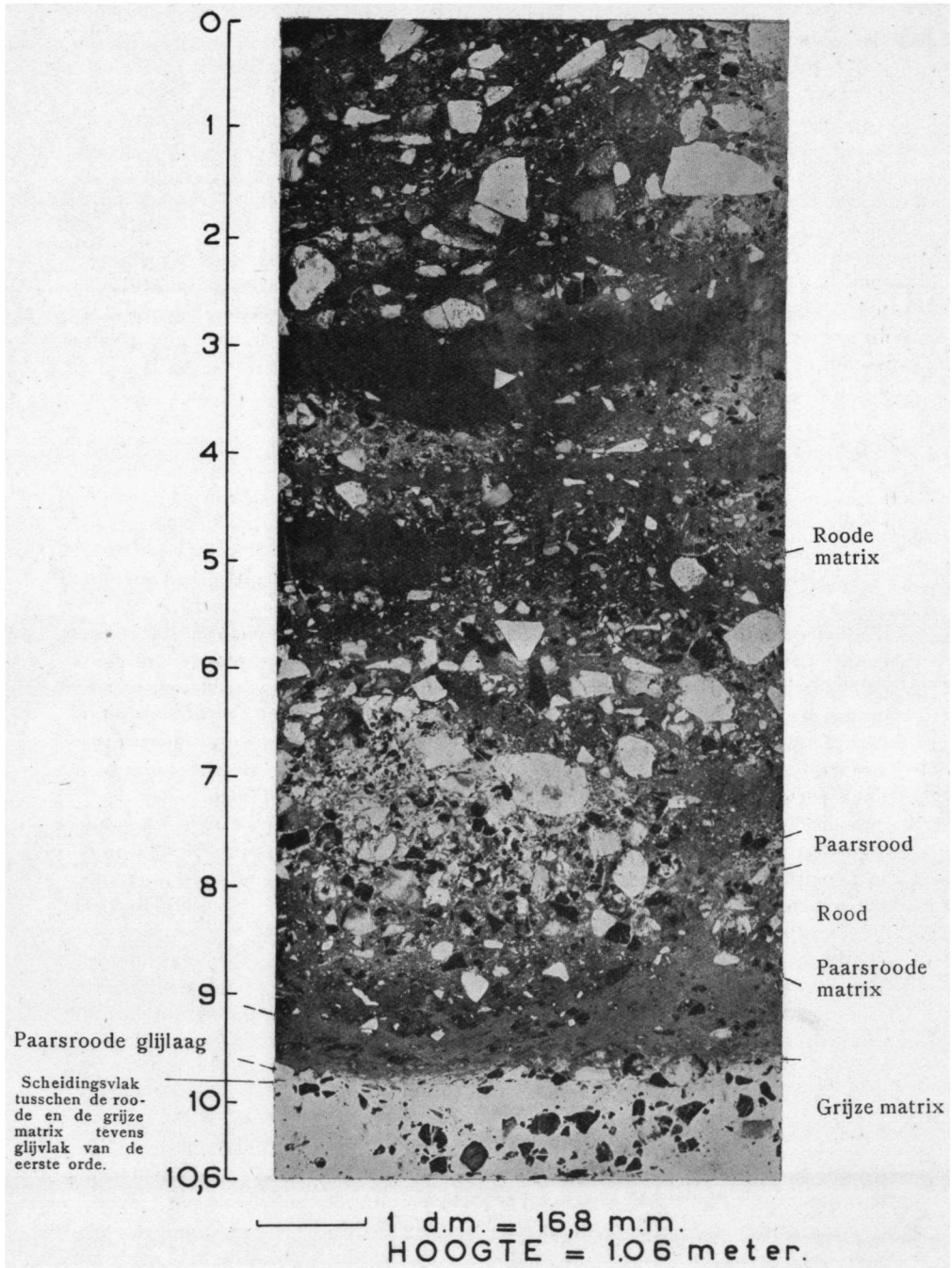
## Profiel.

3,5	m	blauwgrijze kalkbanken 2—3 dm dik en geelverweerd.
0,25	m	gemiddeld; <i>groene</i> kleisteenlaag.
0,30	m	harde <i>grijsgroene</i> mergel met kalkrolstenen.
0,05	m	lichtgrijs kalkbankje, dat soms uitwigt.
0,40—2.—	m	breccie met een <i>roode</i> of <i>grijze roodgeïnjecteerde</i> matrix. Vele der componenten (gemiddelde grootte $\pm 5$ cm) zijn afkomstig van een roodgeklepte of roodgestreepte kalk. De overige componenten zijn lichtgrijs of donkergrijs van kleur. Soms treedt op de grens van de roode en de grijze matrix een gele kleur op. De matrix is een tuffige mergel.
1,——4,—	m	breccie met <i>grijze</i> matrix. De componenten bestaan uit lichtgrijze kalk. Deze breccie vult de bovenliggende aan tot een niveau van vrij regelmatige dikte (ruim 4 m).
2,——2,5	m	roodgestreepte kalkbanken, wat varieerend in dikte.
> 5	m	dikke Esinoachtige kalken met typische structuren in lagen b.v. oöliet.
$\pm 6$	m	? ? ? ? witte Boven-Esino-dolomiet.

Vergelijken wij dit profiel met het ideaalprofiel van de Onder-Raibler opgenomen terzelfder hoogte aan de overzijde van de Serio en weergegeven in de paragraaf over de Raibler, dan constateeren wij, dat overeenkomst bestaat tot aan het niveau van de breccie, daarboven echter niet meer. De verschillen worden vooral veroorzaakt door de dikte van het eigenlijke breccieniveau, door de kleur van de matrix en door een frequenter optreden van gekleurde schalies in het ideaalprofiel. Beschouwen wij echter de brecciezones in haar geheel, dan springt de groote overeenkomst toch reeds dadelijk in het oog. Hieruit volgt dus, dat het bij de bestudeering van de Onder-Raibler-breccies beter is de geheele zones te beschouwen en te vergelijken. Want door uitsluitend te letten op de breccie zelve zou men al gauw (vooral door waarnemingen in beperkte ontsluitingen) in de verleiding komen onderscheid te maken in verschillende soorten breccies in de Onder-Raibler of te trachten de ligging te bepalen ten opzichte van het „*calcarea rosso*”-niveau b.v. op grond van de verschillende kleur van de matrix of van de componenten. Een dergelijk streven zou, met het oog op het sterk wisselend karakter van de breccie, aanleiding geven tot onjuiste voorstellingen. Wij kunnen daarom uit het optreden van een breccie met lichtgrijze componenten in een grijze matrix, zooals in het Boven-Parina-dal, niet besluiten tot een ligging van het breccieniveau aldaar onder het „*calcarea rosso*”-niveau, zooals in het Brembo-dal het geval blijkt te zijn.

De componenten, die voorkomen in het onderste deel van de 0,40 m dikke tuffige kleisteen, genoemd in het ideaalprofiel van de Onder-Raibler, zijn alle sterk afgerond en verweerd. Hetzelfde is het geval in de daaronder liggende groene kleisteenlaag, die weer gescheiden wordt van het eigenlijke breccieniveau door een slechts 5 cm dik laagje groene mergelschalie.

## Glijlaag van de tweede orde



Aan de overzijde van de Serio (Pte Seghe-profiel) ligt op de breccie een soms uitwiggend  $\pm 5$  cm dik grijs kalklaagje en daarop grijsgroene harde mergel met kalkfragmenten, die ook een afgeronde vorm bezitten. In beide profielen komt dus boven de breccie een conglomeraat voor, meestentijds van de breccie gescheiden door een dun laagje van kalksteen of mergel. De componenten van het conglomeraat bestaan uit lichte of donkergeklepte kalksteen.

Gelet nu op het feit, dat het bovenste deel van de breccie veel componenten uit het onderliggende „calcarea rosso”-niveau bevat, en het onderste deel zoowel als het bovenste componenten afkomstig van wat oudere lagen, waarschijnlijk uit de direct onder de „calcarea rosso” liggende Esinoachtige banken, zoo denk ik mij deze breccie ontstaan uit een subaquatische (lagunaire) puinhelling, waarin plaatselijk afglijdingen hebben plaats gehad. Op afglijding wijst mijns inziens ook de sterk wisselende dikte van de roode en grijze breccie en ook de injectie van de grijze matrix met de roode duidt volgens mij op beweging.

In het Museum voor Geologie en Mineralogie te Leiden is een gepolijst stuk van deze breccie aanwezig, dat afkomstig is uit de groeve, waarin het Pte Seghe-profiel is opgenomen. Dit stuk, metende 106 bij 50 cm, is uitgehakt ongeveer op de grens van de roode en de grijze matrix. Op deze grens nu en in de roode matrix is duidelijk een fluidale textuur waar te nemen (Fig. 10).

Zooals wij reeds bij de bespreking der conglomeraatlagen hebben gezien is de Onder-Raibler ten W van de Serio veel kalkrijker ontwikkeld dan die ten E van deze rivier. Zoo bleken groene kleisteen en schalie uit het ideaalprofiel overeen te komen met grijsgroene mergel en lichtgrijze kalk uit het Pte Seghe-profiel. Ik meen dan ook de breccie met grijze matrix te mogen paralleliseeren met de breccie met groene matrix uit het ideaalprofiel. De breccie met roode matrix moet dan door subaquatische afglijding zijn geschoven op de grijze breccie.

Dat de sedimentatie tijdens de afzetting van de breccie voortgang vond, de breccie dus subaquatisch is, wordt, behalve door het verschil in de aard van de matrix op dicht bij elkaar gelegen punten, nog bewezen door de afzetting op de breccie van lagen met een samenstelling analoog aan die van de matrix van de onderliggende breccie.

Fig. 10.

Onder-Raibler-breccie van de Pte delle Seghe bij Ardesio.  
Geschenk van Ing. Vitto Lodigiani.

Slechts een klein gedeelte van de breccie met grijze matrix is aan de onderzijde van deze foto te zien. Het scheidingsvlak tusschen de roode en de grijze matrix is tevens het glijvlak, waarlangs de roode breccie zich over de grijze bewogen heeft. Boven dit scheidingsvlak komt een paarsroode (mengkleur) glijlaag voor, waarin zeer duidelijk een fluidale textuur is waar te nemen. Zoowel in de roode als in de grijze breccie komen nog eenige bewegingsvlakken van minder beteekenis gekenmerkt door fluidale textuur van de matrix voor, zooals b.v. het bewegingsvlak aangegeven in de linker bovenhoek (op de foto nog duidelijk te zien). De matrix van de opeenhooping van componenten vertoont een iets afwijkende roode kleur, zoodat het waarschijnlijk is, dat een dieproode onverharde mergellaag mede is afgeleden.

Plaatselijk moet de breccie door golfslag zijn vernield, getuige het conglomeraat boven de breccie afgezet.

Het regionaal optreden van de subaquatische breccie, gecombineerd met de snelle zijdelingsche overgang van de lagen in lagen met andere samenstelling en kleur, doen ons denken aan een afzetting van het onderste deel van de Onder-Raibler in een ondiep rustige zee met golvende bodem, waarvan deelen tijdelijk boven water uitstaken en het materiaal van de componenten leverden.

De breccie gevonden in de Onder-Raibler ten S van de Mte Parè bestaat uit fijne lichte kalksteenfragmenten in een lichtroode matrix. De gemiddelde grootte der fragmenten uit het monster bedraagt slechts eenige millimeters. Zij maken een verweerde indruk.

Het is opmerkelijk, dat zoowel in het gebied van Oltre il Colle als in het Valle Seriana de breccie vrijwel samenvalt met de zone van de „calcarea rosso”.

Ook aan de basis van de Hauptdolomiet komt in de Bergamasker Alpen dikwijls een breccie met regionale beteekenis voor. Zij bestaat volgens de beschrijvingen van COSLJN en HOFSTEENGE uit fragmenten van dolomiet gekit door een geel zand. (Hiermede is klaarblijkelijk bedoeld dolomietzand). Deze breccie heeft als de Onder-Hauptdolomietbreccie bekendheid gekregen door haar typische gele kleur.

Ook in dit gebied werd een gele breccie aan de basis van de Hauptdolomiet aangetroffen ten NW van Clusone op het einde van het Serraiadalen. Zij bestaat uit fragmenten met een maximale doorsnede van eenige centimeters van lichte tot donkergekleurde kalk, gebed in een gele kalkmatrix. De gele kleur is, zooals wij later zullen zien, een verweeringskleur van dezelfde kalk, waaruit de componenten bestaan. De breccie is hier minstens 50 m dik.

Zoowel naar boven als zijdelings gaat de breccie over in een breccieus kalk, die op haar beurt weer langzaam overgaat in de bovenliggende grijze dolomietische kalk en zijdelings in een leverkleurige Esinoachtige kalk. De breccieus kalk werd nog aangetroffen in de Mte Nè en de Mte Cucco en noordelijk van de breccie in het Serraiadalen. De overgang in de ongestoorde Esinoachtige kalk is prachtig waar te nemen in het Boven-Valle Serraiadalen. Van deze ongestoorde kalk af de zone vervolgend tot aan de breccie, ontmoeten wij eerst wat gescheurde kalk met een gele verweering langs de scheuren, daarna steeds sterker gescheurde kalk met sterker verweering tot wij komen bij de breccie, waarin dus scheuring en verweering hun maximum hebben bereikt. De lengte van de overgangszone bedraagt in het Serraiadalen bijna 2 km. De breccieus kalk, die op de eigenlijke breccie rust, is ongeveer 40 m dik.

Behalve in de genoemde streek ten W en NW van Clusone zijn de onderste lagen van de Hauptdolomiet nog ontsloten ten NE van de Mte Alben (B 3, C 2). Daar werd echter geen breccie of breccieus kalk aangetroffen. De brecciezone is dus over groote afstand onderbroken. Ver naar het Oosten in de Mte Scanapà werd door VISSER een gele

breccie in de Hauptdolomiet geconstateerd, die naar mijn meening ter plaatse de Onder-Hauptdolomiet-breccie vertegenwoordigt.

Wij kunnen ons het ontstaan van de beschreven breccie en breccieuse kalk voorstellen door plaatselijke afglijding van een jong gesedimenteerde reeds belangrijk verhard kalksteenpakket. Daar waar wij de breccie vinden, moet de meeste beweging in het pakket hebben plaats gevonden. Waarschijnlijk is de afglijding veroorzaakt door een plaatselijk rijzen van de zeebodem tot boven de waterspiegel, daar de gele verweering langs de scheuren wijst op inwerking van de atmosfeer. Ik acht de maximale verplaatsing door afglijding in deze lagen langs het facies-grensvlak niet groot, daar het ontbreken van een vreemde matrix, ook in de breccie, duidt op een zekere samenhang in het gesteente, die zeker verstoord zou zijn bij afglijding over grooter afstand.

In het geval van afglijding over grooter afstand zou een soort hellingbreccie gevormd worden, hetgeen wijst op een mogelijk verband tusschen afglijding en de vorming van subaquatische hellingbreccies. Men komt zoo tot de conclusie, dat afglijding niet alleen van secundair belang is, maar dat zij ook de oorzaak kan zijn van het ontstaan van subaquatische hellingbreccies, die zoo veelvuldig voorkomen. Dit wil echter weer niet zeggen, dat alle hellingbreccies op deze wijze moeten zijn ontstaan. COSJN beschrijft echter de reeds besproken Boven-Esino-breccie in het Valle Brembana ook als een breccieuse kalk met gele verweering langs scheuren. Dus ook in de Boven-Esino—Onder-Raibler-brecciezone komt breccievorming door primaire afglijding voor. Alleen GRABAU<sup>1)</sup> besteedde bij zijn studie over het ontstaan van breccies meer aandacht aan afglijding van lagen, hetgeen hij noemt „Distortion of layers in glyding”, dus verwringing van lagen door afglijding. Door verwringing ontstaan dus de scheuren, die een typisch kenmerk vormen voor een afglijdingsbreccie. Dit kenmerk behoeft echter niet altijd aanwezig te zijn. GRABAU bespreekt deze brecciesoort als een vorm van „intraformatial breccias”, wat bewijst, dat hij deze soort van weinig belang acht.

Met het oog echter op de belangrijke plaats, die deze breccies en breccieuse kalken (met afmetingen van meer dan 5 km) in de regionale brecciezones op de grens Esino—Raibler en Raibler—Hauptdolomiet innemen, lijkt het mij gewenscht in de systematiek van de breccies een plaats in te ruimen voor breccies en breccieuse gesteenten, gevormd door primaire afglijding.

Voor afglijdingsbreccies, die niet boven water zijn geweest en waarop de atmosfeer dus niet heeft ingewerkt, zal het zeer moeilijk zijn en veel studie vorderen om haar natuur als zoodanig te herkennen. Ik denk hier b.v. aan de hoogerop in de Hauptdolomiet zoo talrijk voorkomende breccies, dikwijls zonder matrix en steeds scherp door ongebroken lagen begrensd, die naar mijn meening wegens de aard der fragmenten niet tot de intrasedimentaire (intraformatial- door uitdroging ontstane) breccies kunnen worden gerekend, evenmin als hellingbreccies of basaal-

<sup>1)</sup> GRABAU, *Literatuur* 13, blz. 530.

breccies kunnen worden beschouwd als de matrix ontbreekt, noch van tektonische oorsprong kunnen zijn door de scherpe begrenzing.

Op de Onder-Hauptdolomiet-breccie ligt een gebroken donkergrijze dolomietische kalksteen en daarop weer een 40 m dikke breccielaag met tot 2 cm groote, bijna zwarte componenten in een lichter grijze grofkorrelige dolomietische matrix. Bijna alle componenten van deze donkere breccie vertoonen barsten. Zulke barsten werden door mij in de componenten van andere „sedimentaire breccies met matrix” niet aangetroffen. Wellicht moeten wij in deze barsten een bewijs zien voor de oorsprong van deze breccie door primaire afglijding zonder dat de breccie tijdens of na haar ontstaan aan de werking van de atmosfeer is blootgesteld geweest.

#### *Tektonische breccies.*

In het mergelig deel van de Boven-Raibler werden in de nabijheid van de overschuivingen of andere belangrijke storingen breccies aangetroffen, die zich beperken tot bepaalde, steeds dezelfde, niveaus. De breccies bezitten dus zoowel tektonische als stratigrafische eigenschappen. Toen ik met het oog op deze moeilijkheid meer aandacht aan deze meestal kleurrijke breccies ging besteden, ben ik tot de overtuiging gekomen, dat zij althans voor het grootste deel tot de tektonische breccies moeten worden gerekend. De breccies, bestaande uit groene en gele, soms roode schalie-componenten in een zachte gele kalkmatrix, komen n.l. bij betrekkelijk geringe storing alleen voor in lagen waar een snelle afwisseling van 2—3 cm dikke gekleurde, vrij harde schalielaagjes met dikkere zachte gele kalkbankjes optreedt. Vindt nu eenige beweging langs deze lagen plaats, wat in deze zachte kalk-schalieries veel zal voorkomen, of worden zulke lagen sterk samengeperst, dan zullen de hardere schalielaagjes breken en in de zachte kalk dringen. Dergelijke fijne afwisselingen van zeer dunne schalielaagjes en dikkere kalkbankjes zijn, slechts ten deele gestoord, fraai ontsloten in de zijdalen van de Rino ten S van Avè. Dus betrekkelijk dicht onder het Presolana-overschuivingsvlak.

Bij beweging over groote afstand worden ook de dikkere schalielagen gebroken en versplinterd. Dit laatste kan men duidelijk zien in de Boven-Raibler-persslenk ten S van de Mte Parè en in de nabijheid van de Clusone-breuk op de grens met de Onder-Hauptdolomiet-breccie aan het einde van het Vle Serraia.

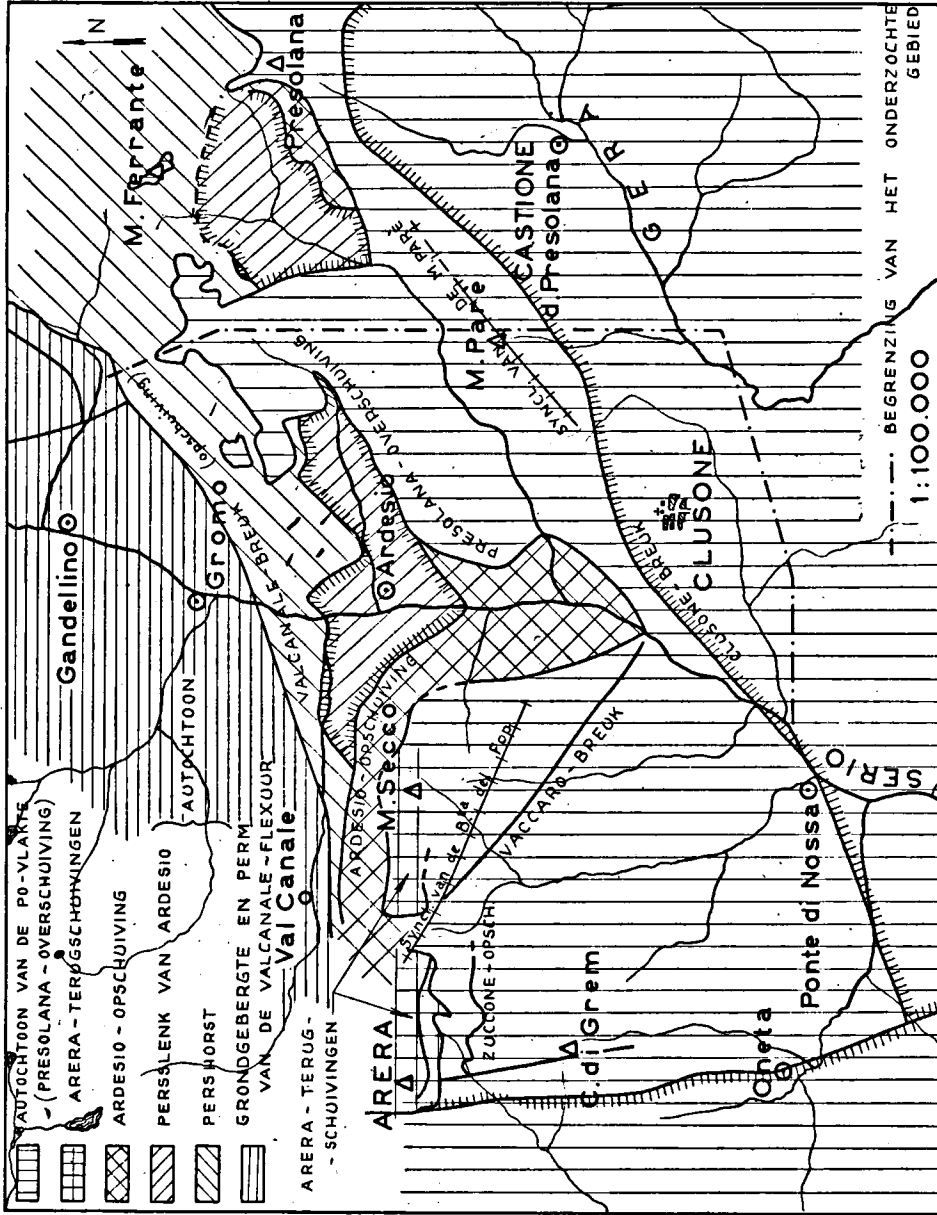


Fig. 11.

De structuurelementen en de belangrijkste tektonische lijnen in het onderhavige en aansluitende gebieden.

## V. TEKTONISCHE BESCHRIJVING VAN HET GEBIED.

### A. De Valcanale-flexuur.

Over groote afstand komen in de oostelijke Bergamasker Alpen tengevolge van een indrukwekkende opheffing Permische sedimenten op hooger niveau voor dan de zuidelijk gelegen Trias-sedimenten.

Deze opheffing, waarvan de zuidelijke begrenzing door mij Valcanale flexuur genoemd werd, welke flexuur nog prachtig ontwikkeld en waar te nemen is in het Boven-Val Canale, is in dit gebied nog slechts te constateeren aan een sterk toenemende zuidhelling der Collio- en Verrucano-lagen ten SE van Gromo. De flexuur naar het Oosten vervolgend, ziet men haar steeds meer vervlakken tot de Mola-storing (M 9) van WEEDA wordt bereikt. Het Perm en Grondgebergte zijn ten NE van deze breuk door horst- en slenkvorming sterk gestoord. Ten E echter van de Mte Barbarossa (buiten dit gebied gelegen) wordt de flexuur in de Permische sedimenten teruggevonden, om meer oostelijk in het Val di Scalve weer belangrijke afmetingen te gaan verkrijgen. In dit dal is de flexuur eveneens weer prachtig waar te nemen.

De Valcanale(—Bondione)-breuk volgt de flexuur over groote afstand, n.l. van een punt ten W van Valcanale tot de top van de Costa Magrera, daarna begrenst zij slenk 2 (slenk van de Mte Vigna Vaga) aan de westzijde (Fig. 12).

Ook in de Trias-sedimenten is de flexuur duidelijk waar te nemen, zelfs accentueeren deze sedimenten haar meerdere malen. Zoo b.v. in het Boven-Valle Sedornia en ten E van de Mte Barbarossa. In slenk 2 zijn de Trias-sedimenten gedeeltelijk bewaard gebleven. Zij vormen dus hier een uitbocht naar het Noorden.

Opvallend is, dat de horst- en slenkvorming in het door WEEDA bewerkte gebied samenvalt met het maximum van verflauwing van de flexuur. Waarschijnlijk heeft dus tijdens de vorming van de flexuur het noordelijk gedeelte hier plaatselijk met horst- en slenkvorming gereageerd op de drukkracht, waardoor tevens de flexuur niet tot volle ontwikkeling kon komen.

De vorming van de Valcanale-flexuur moet tot de oudste Alpiene fenomenen van deze streken behooren. Zij vormde immers de weerstand, waartegen de zuidelijker gelegen sedimenten zijn geplooid en ineengeschoven. WEEDA plaatste de horst- en slenkvorming eveneens in de oudste phase der Alpiene dislocaties, zoodat, daar ik het ontstaan van de flexuur en van de horst- en slenkvorming als ongeveer gelijktijdig beschouw, op dit punt algeheele overeenstemming tusschen ons bestaat.

Heeft de Valcanale-flexuur een buitengewoon groote invloed gehad op de structuur der zuidelijke sedimenten, van zeer groot belang is



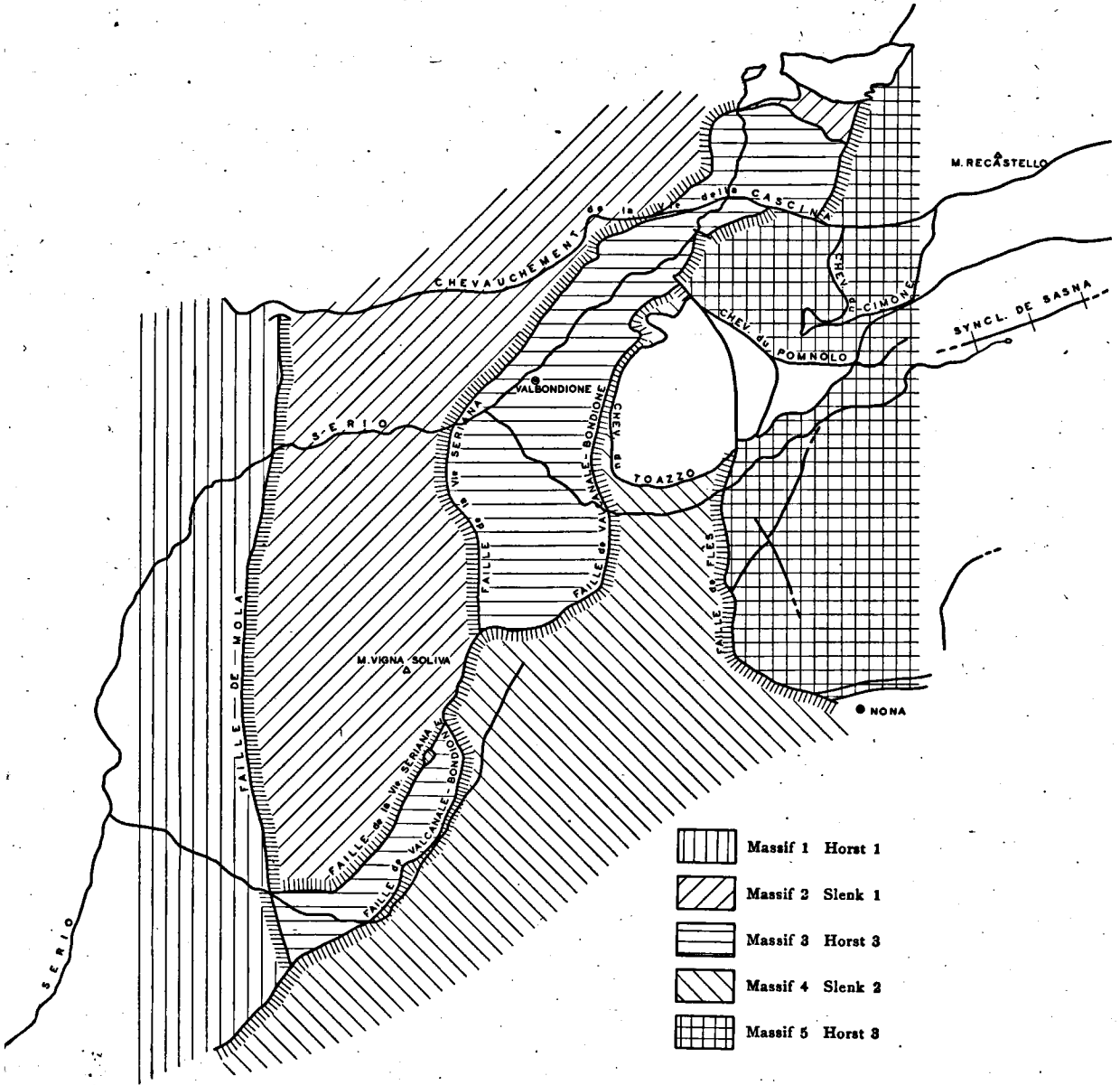


Fig. 12.

De belangrijkste tektonische lijnen in het Boven-Valle Seriana.  
(samengesteld door J. WEEDA).

evenwel ook haar meer regionale verflauwing en haar locale onderbreking. Tengevolge daarvan zijn n.l. de groote tangentiale verplaatsingen mogelijk geworden, die het stroomgebied van de Serio en de Presolana-berggroep tektonisch zoo interessant maken.

### B. De Persslenk van Ardesio.

Ten S van de Valcanale-breuk vinden wij, tengevolge van een sterke samendrukking tegen het Grondgebergte-Perm-blok, autochtone lagen opgeperst tot een lange en betrekkelijk smalle horst, die van Bani in het Val Canale vervolgd kan worden tot ver buiten de oostgrens van dit gebied. Deze pershorst, waarvan het westelijk deel door mij „Esino-rug van Rizzoli” werd genoemd en het hooger opgeperst oostelijk deel, voor zoover in dit gebied gelegen, „Redondo-Collino-rug”, bestaat vrijwel uitsluitend uit Valsecca- en Esino-lagen (Profiel A). De pershorst wordt naar het N begrensd door de Valcanale-breuk en naar het S door een eveneens steile storing, de Rondinino-storing (Profiel IV). Laatstgenoemde storing gaat in het oostelijk aangrenzend gebied over in de flexuur van VISSER. Deze flexuur is prachtig te zien bij het punt 1998 ten W van de Passo Scagnello. Zij staat op de kaart van VISSER, althans voor het deel tusschen de Bta Verzuda en de Pso Scagnello, abusievelijk als dagzoom van het overschuivingsvlak van zijn Ogna-overschuiving aangegeven. De Rondinino-storing moet over het algemeen een zeer steile helling bezitten, gezien het feit, dat haar dagzoom zich weinig of niet stoort aan het topografisch relief. Waar zij de Redondo—Collino-rug begrenst, is een steile noordhelling zeer waarschijnlijk, terwijl zij met steile zuidhelling de minder opgeperste Esino-rug van Rizzoli begrenst. Ten E van de Pte Nuovo bezit het storingsvlak plaatselijk een vlakkere zuidhelling. De Rondinino-storing is in het E nog bedekt door de Presolana-overschuiving. Hierin komt echter een venster voor in het Boven-Val Rino, waar de storing op zeer fraaie wijze ontsloten is. Andere zeer mooie ontsluitingen bevinden zich aan het oostelijk einde van de Corno Rondinino en ten N van de Rne il Cugno.

Op de, ten opzichte van de pershorst, bij de algemeen steigende beweging meer achtergebleven sedimenten ten S van deze pershorst, schuiven de lagen van de Ardesio-opschuiving. De pershorst en de Ardesio-opschuiving sluiten aldus een gebied in, dat een relatief dalende beweging heeft uitgevoerd. Dit gebied, dat zich zoowel naar het W als naar het E ver buiten onze grenzen uitstrekt, werd de „persslenk van Ardesio” genoemd. De Presolana-overschuiving snijdt deze drie eenheden discordant af.

De dagzoomende lagen in de persslenk van Ardesio zijn steeds lagen behorend tot de Raibler-formatie. De Raibler-lagen, die in het westelijk deel van het onderzochte gebied grenzen aan de Rondinino-storing, bestaan steeds uit harde Onder-Raibler-kalken en -schalies. Zij vormen daar verschillende riggels zooals ten N van de Stalle Bril, ten NE van Piazzolo en de Rne di Corno Rondinino. Deze Onder-Raibler-lagen zijn aan het contact meer of minder naar het S teruggebogen, hetgeen in de

Corno Rondinino goed is waar te nemen (Fig. 13). Meer uitgesproken, hoewel op eenige afstand niet te zien, is de ombuiging ten NE van Botto alto, waar zelfs een vlakke noordoost helling der lagen werd geconstateerd.

De jongere Raibler-lagen, die meer oostelijk aan de Rondinino-storing zijn ontsloten, rusten met regelmatige zuidhelling tegen Valsecca en Esino van de Redondo-Collino-rug. Zij vertoonen echter een 20-tal

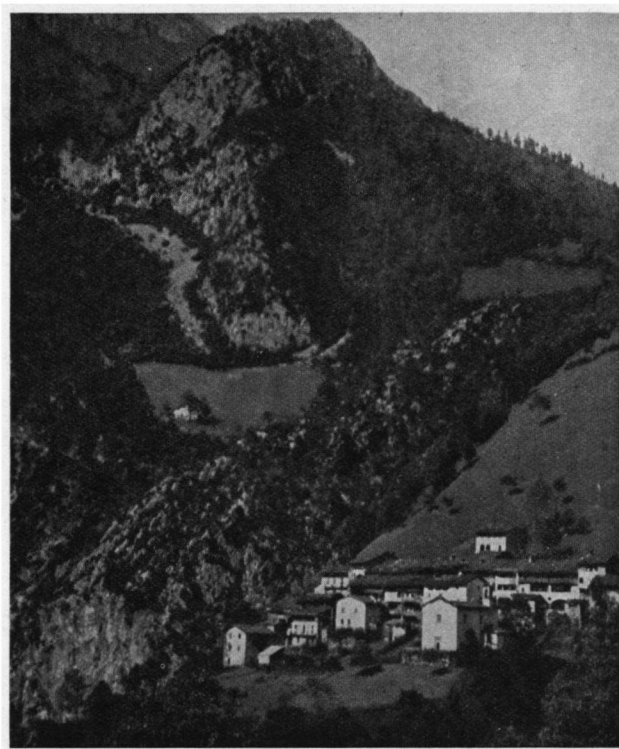


Fig. 13.

De teruggebogen Onder-Raibler van de Corno Rondinino (boven) en de steilstaande Onder-Raibler van Piazzolo (onder). Duidelijk is de verspringing te zien van de harde Onder-Raibler-horizont en dus tevens van de Rondinino-storing langs een transversale storing (Ronco Manzoni).

meters voor het contact reeds de sporen van sterke samendrukking, waardoor de duidelijke gelaagdheid daar verloren is gegaan.

Dat de samenpersing van de gezakte Raibler-lagen, waarschijnlijk als gevolg van de noordbeweging van de overschuivingen, tegen de rug zeer krachtig is geweest, blijkt zoowel uit de intensieve plooiing der lagen als uit de transversale storingsen, die tot ver in de Raibler-perslenk verlopen. Ook in de Redondo-Collino-rug zijn enkele dergelijke

transversale storingen ontstaan, waarvan de belangrijkste later zullen besproken worden.

Op de transversale storingen in de persslenk verspringt telkens de Rondinino-storing (Fig. 13). Tevens scheiden deze storingen meer of minder uitgesproken horsten en slenken in de persslenk van Ardesio. Deze horsten en slenken zijn, behalve door het geconstateerde hoogteverschil (prachtig te zien), nog getypeerd door een sterke afwijking in de strekking der lagen, hetgeen zeer opvallend is ten SE van Ardesio in de slenk van Piazza (J 6), en in de Mandra-horst. De storingen zelf zijn goed te zien op het pad naar Piazzolo en in de Rino ten SE van Ronco Manzoni (K 7) even voorbij het bruggetje. In de, bij de relatieve bewegingen, meer achtergebleven gedeelten zijn de lagen steil opgericht, wat op het pad van Piazzolo naar Avé zeer goed is te zien (Profiel V). Ten NE van Botto alto treedt een complicatie op, omdat hier tengevolge van de transversale bewegingen de Onder-Raibler-lagen in zichzelf zijn overschoven, waarna de overschoven lagen nog de genoemde zeer scherpe ombuiging vormden.

Uit het ingewikkeld ineengrijpen der structuren van de persslenk van Ardesio en de pershorst (Redondo-Collino-rug) blijkt de gelijktijdigheid van het ontstaan der besproken fenomenen.

De detailstructuren bij de Pte Nuovo zullen later in verband met andere detailstructuren besproken worden.

### C. De Ardesio-opschuiving.

De Ardesio-opschuiving is in dit gebied nog slechts over korte afstand te vervolgen. Zij wordt n.l. naar het Oosten afgesneden door de Presolana-overschuiving. In het gebied gelegen aan de oostgrens treedt zij weer aan den dag, daar waar de overschuivende lagen door erosie zijn verdwenen. Zij wordt hier Ogna-overschuiving genoemd (VISSER<sup>1)</sup>). Ook voorbij de Presolana is zij nog duidelijk ontwikkeld. Haar lengte is bijgevolg grooter dan die van de Presolana-overschuiving.

Aan de overzijde van de Serio zijn, van de wandjes boven Pizoli (I 6) af, Valsecca-lagen aan het verschuivingscontact tegen de Raibler-lagen ontsloten. In het onderhavige gebied zijn het echter Esino-lagen, die overschoven zijn. Deze lagen, aan het overschuivingsvlak gemylonietiseerd, wat op het laagste pad langs de Serio goed is te zien, gaan naar boven toe regelmatig over in de Raibler-serie van Ogna. Deze laatste serie komt overeen met die van Festi Rasini (J 5), wat reeds blijkt uit de strekking der lagen.

De lagen van de Ardesio-persslenk, die dagzomen onder het overschuivingsvlak, zijn de bovenste Raibler-lagen, n.l. gele zachte al of niet caverneuse kalken met opmerkelijk veel groene mergel- en kleischalie

<sup>1)</sup> VISSER's Ogna-overschuiving kan geen N—S-beweging hebben uitgevoerd, daar het niet aan de minste twijfel onderhevig is, dat zij de voortzetting vormt van de Ardesio-opschuiving. Tevens dagzoomt het overschuivingsvlak niet aan de noordzijde van het Boven-Ogna-dal (Verzuda-Scagnello).

tusschengeschakeld. In deze bovenste Raibler-lagen werd veel breccievorming in bepaalde niveaus geconstateerd, echter geen mylonieten.

De afsnijding door de Presolana-overschuiving, die, indien men met de structuur bekend is, goed is te zien vanuit Ardesio, kan men in het veld op duidelijke wijze constateeren op het pad in het Vle S. Croce (J 6, K 6), gaande van Ardesio naar de Prati del Lo, waar vlakliggende Valsecca-lagen op de Esino van de Ardesio-opschuiving rusten. Ook zoowel ten NE als ten SE van Ogna is de afsnijding goed te zien.

Dat Valsecca-lagen op de Esino en de Raibler van de Ardesio-opschuiving rusten, bewijst, vergeleken met de toestand in het terrein aan de overzijde van de Serio, de meergenoemde snelle toename van de overschuivingsbreedte van de Presolana-overschuiving.

#### D. De Presolana-overschuiving.

PORRO heeft op zijn kaart een vlakke overschuiving met groote verschuivingsbreedte aangegeven, die aan de oostzijde van de Presolana begint en eindigt bij het dorpje Cacciamali (I 7) aan de rechterzijde van de Serio. VISSER heeft deze overschuiving aan een nader onderzoek onderworpen voor wat betreft het gedeelte gelegen ten W en NW van de Presolana.

Zoowel aan VISSER als aan mij was tijdens het werk gebleken, dat PORRO's (Presolana-) overschuiving een samenvoegsel is van twee overschuivingen, n.l. een onderste overschuiving met betrekkelijk geringe overschuivingsbreedte en een daarop liggende zeer vlakke overschuiving met groote overschuivingsbreedte. VISSER noemde deze overschuivingen respectievelijk Ogna-overschuiving en Presolana-dekblad. Door mij werden deze structuren genoemd Ardesio-opschuiving en Presolana-overschuiving<sup>1)</sup>.

Wat dit gebied betreft was het, wegens de sterke begroeiing en de overschuiving van series met ongeveer gelijke facies, dikwijls zeer lastig het juiste niveau van het overschuivingsvlak te bepalen. Jonge breuken hebben het vlak gestoord en de dagzoom doen verspringen.

De dagzoom van het Presolana-overschuivingsvlak is nu over vrijwel zijn geheele lengte nauwkeurig bekend. De overschuiving hangt op geen enkel punt samen met noordelijker gelegen series, wel echter, zooals ik bij de behandeling van het gebied aan de overzijde van de Serio duidelijk meen te hebben aangetoond, met het autochtoon van de Povlakte. Het was mij niet mogelijk een constructie te bedenken, waarbij zooals VISSER zich dat denkt, de Presolana-overschuiving een N—S-beweging zou hebben gemaakt.

<sup>1)</sup> De naam „Ogna-overschuiving” kon ik niet overnemen, omdat in de benedenloop van de Ogna niet het Ogna-overschuivingsvlak, doch het Presolana-overschuivingsvlak dagzoomt. De term „dekblad” werd door mij niet overgenomen, omdat na afsluiting van de karteringswerkzaamheden van VISSER is gebleken, dat het phenomeen niet overeenkomt, zooals VISSER zich dat toenmaals dacht, met de gangbare voorstelling van een als „dekblad” aangeduid structurelement. Het phenomeen behoort tot een serie opschuivingen, maar trekt speciaal de aandacht door de vlakke ligging en door de groote verschuivingsbreedte.

Voor wat betreft deze N—S-beweging, beroept VISSER zich op het idee door Dozy naar voren gebracht, dat daar waar de Servino in een zoodanige facies is ontwikkeld, dat hij zich niet bijzonder leent voor de functie van glijlaag, de Trias-sedimenten deelnemen aan de reactieve N—S-bewegingen van Perm en Grondgebergte in het opgeheven noordelijk gedeelte van de Bergamasker Alpen (N—S-beweging van VISSER's Presolana-dekblad). Is de Servino echter door de facies geschikt als glijhorizont, dan zullen de hooger gelegen sedimenten van de ondergrond losgescheurd worden en een S—N-beweging ten opzichte van deze ondergrond uitvoeren. In het door VISSER bewerkte gebied komt nergens Servino voor. De Servino echter in dit gebied over eenige afstand gevonden aan de basis van de Presolana-overschuiving, is naar mijn meening echter zeker geschikt om als glijlaag dienst te doen. Als bewijs voor deze stelling moge gelden de talloze schuifvlakken door mij in deze Servino gevonden. VISSER's eenigste argument voor een N—S-beweging komt nu hiermede te vervallen. In strijd met het voorgaande acht ik ook, dat VISSER, evenals WEEDA, het autochtoon een noord-beweging laat uitvoeren (dus Servino als glijlaag) en op dit autochtoon het Presolana-dekblad een zuidbeweging laat volbrengen (Servino in anti-glijlaagfacies).

De lagen, die de Presolana-overschuiving samenstellen, bezitten, hoewel dikwijls intensief in detail geplooid, een zeer vlakke helling. Aan de noordzijde van het Valle di Valzurio neemt de helling echter reeds belangrijk toe, wat aan de zuidzijde in nog sterker mate het geval is. Hier moeten wij echter een westelijk en een oostelijk deel in de duikende lagen onderscheiden. Van de Cima Blum tot ver voorbij de Mte Parè moeten de lagen van de Presolana-overschuiving n.l. een steile toegeknepen synclinale vormen, hetgeen werd geconcludeerd uit het voorkomen van steilstaande Onder-Raibler- en Boven-Esino-lagen aan de zuidzijde van de rug Cima Blum—Mte Parè.

Klimt men van het huisje op 1048 m aan het muilnierpad van Pratolongo naar Blum (M 5), naar het punt 1504, dan passeert men achtereenvolgens eerst een breuk, die de zachte Boven-Raibler, waarop het huisje is gebouwd, scheidt van ongeveer 70° naar het Zuiden hellende goedgelaagde lichtgrijze grofkorrelige Esino-kalken. De hierop volgende Onder-Raibler staat echter vrijwel loodrecht en de aangrenzende onderste zwarte Midden-Raibler-lagen hellen zelfs 70° naar het Noorden. Dan volgen tot op de noordhelling van de Parè steeds zwarte en grauwe kalken en schalies, alle met meer vlakke zuidhelling (Profiel III). Dit Midden-Raibler-pakket zou hier, indien normaal, belangrijk dikker zijn dan gewoonlijk voor Midden-Raibler wordt gevonden (250 m).

Een aantrekkelijke constructie, ook in verband met de Boven-Raibler-zone op de grens met de Hauptdolomiet, is nu een snelle anticlinale terugbuiging der lagen. Een dergelijke terugbuiging verklaart de noordhelling der onderste Midden-Raibler-lagen. De Boven-Raibler-zone kan door verzakking in verband met het ontstaan van de Clusone-breuk zijn gevormd. Zij werd door mij „de persslenk van de Mte Parè” genoemd. De wat uitgerepareerde Onder-Raibler—Esino-strook ten S van de Mte Parè eindigt ten SE van de Cima Blum zeer duidelijk op

de Clusone-breuk. Daar meer westelijk de Raibler, hoewel sterk geplooid, vrijwel geheel compleet is, moet de anticlinale as sterk in westelijke richting duiken. De afsnijding door de Clusone-breuk heeft dus plaats gehad in de overgangszone.

De Esino-strook werd ook reeds door PORRO als zoodanig aangegeven, echter in normaal contact met de zuidelijk gelegen Raibler. Hierbij dient vermeld, dat PORRO deze lichte kalkbanken, hoewel goed gelaagd, niet tot zijn dolomietische facies van de Raibler rekende, zooals VISSER dat later heeft gedaan (Onder-Carnien van VISSER!). Dit laatste feit steunt naar mijn overtuiging mijn opvattingen over de dolomietische facies in de Raibler, neergelegd in de paragraaf over de Raibler.

De synclinale van de Mte Parè moet zich hoewel misschien minder uitgesproken synclinaal tot ver in het door VISSER bewerkte gebied voortzetten.

De Presolana-overschuiving wordt behalve door de Clusone-breuk nog door andere breuken gesneden en wel door transversale storingsen, die ook in de ondergrond verlopen, en door eenige kleinere breukjes, die alleen de overschuiving doorsnijden. Deze laatsten vindt men alleen duidelijk ontsloten in de bergrug il Collino—Cma di Timogno—Mte Vodala.

### E. De Valcanale-breuk.

Het in het N aangrenzend terrein, door WEEDA bewerkt, is, zooals reeds werd medegedeeld, in horsten en slenken verdeeld (Fig. 12). Deze worden door zeer steile breuken gescheiden, zooals de Mola-breuk, de Vle Seriana-breuk, de Flès-breuk en een breuk, die oorspronkelijk de Trias-slenk (slenk 2) van WEEDA, welke niet door een breuk van de zuidelijke Trias wordt gescheiden, naar het Westen begrensd. In een later tektonisch stadium zijn de Trias-sedimenten van slenk 2 (slenk van de Mte Vigna Vaga) geschoven over de horst van Bondione (horst 2) en zelfs over de slenk van de Mte Vigna Soliva (slenk 1). Dit betrekkelijk vlakke overschuivingsvlak zet zich nu als een meer steilstaand opschuivingsvlak naar het SW en daarna naar het W voort en volgt zoodoende als Valcanale(-Bondione)-breuk de Valcanale-flexuur.

Deze oppersing van het z.g. autochtoon tegen de flexuur wordt waarschijnlijk pas belangrijk ten E van Valcanale. Naar het E wordt de ligging van het opschuivingsvlak geleidelijk aan vlakker en de overschuivingsbreedte grooter tot deze opschuiving in het horsten- en slenkengebied overgaat in een vrij vlakke overschuiving. Onmiskenbaar heeft dus, zooals WEEDA ook voor zijn gebied aangeeft, langs de Valcanale-breuk een relatieve beweging van de autochtone Trias-sedimenten plaats gehad van Zuid naar Noord (eventueel van SE naar NW). Het maximum van verschuiving van het autochtoon vindt dus plaats in het verbrokkeld gedeelte van de Valcanale-flexuur. Dat ook de tegenwoordige Presolana-overschuiving precies ten S hiervan zijn grootste overschuivingsbreedte bereikt, wijst erop, dat er een genetisch verband moet

bestaan tusschen beide overschuivingen, d.w.z. dat zij tengevolge van dezelfde oorzaak en op analoge wijze moeten zijn ontstaan.

Op de Valcanale-breuk eindigen verschillende storingen. Vooreerst de kleine storingen ten SE van Gromo ontstaan door de geweldige samenpersing van het autochtoon tijdens de oppersing langs de breuk en de hiermede gepaard gaande snellere stijging van de Redondo-Collino-rug. Verder de storingen ontstaan in het stootblok, zooals de randstoringen van de slenk van Brignolo en de Mola-storing. Ook eindigen wellicht de grensbreuken van de slenk van het Val di Fuga op de Valcanale-breuk.

Ten slotte wil ik nog even wijzen op de vlakke verschuivingen, die op het meest noordelijk gedeelte van slenk 2 rusten, n.l. de Toazzo-, de Pomnolo- en de Cimone-overschuivingen. De onderste, de Toazzo-overschuiving, is nog voor een deel samengesteld uit anisische kalken. In combinatie met de 2 daarop liggende, doet deze verschuiving ons denken aan een verschijnsel analoog aan dat van de Arera-terugschuivingen (Fig. 11)<sup>1)</sup>. Ik stel mij nu het ontstaan van deze overschuivingen als volgt voor: De sedimenten van slenk 2 (autochtoon) hebben een N—NW-beweging uitgevoerd en zijn in NW-richting gedeeltelijk geschoven op horst 2 en slenk 1. In het N vond echter een sterke stuwing plaats, welke kan worden afgeleid uit het door WEEDA vermelde feit van de zeer steile helling der grensstoringen. Tengevolge van deze stuwing zijn nu mijns inziens door terugschuiving deze overschuivingen ontstaan. WEEDA kon voor deze overschuivingen geen bevredigende verklaring geven. Vooral de herkomst der lagen leverde moeilijkheden op. Hij wijst er echter op, dat het wellicht niet onmogelijk zou zijn te denken aan een verbinding met de door hem toen reeds in het S waargenomen Presolana-overschuiving. Gezien de voren weergegeven overeenkomst met de Arera-terugschuivingen, welke overeenkomst nog versterkt wordt door het steil staan der lagen in de Toazzo-overschuiving, en de geweldige toename over korte afstand van de overschuivingsbreedte, die van een verbinding met de Presolana-overschuiving het gevolg zou zijn, lijkt mij deze verbinding niet erg waarschijnlijk.

#### F. De Clusone-breuk.

Een steile storing scheidt in het Zuiden de Raibler van de Hauptdolomiet. Zij zet zich voort in het Val Riso aan de overzijde van de Serio tot in het Musso-dal (D 2, F 2). Haar oostelijke voortzetting werd door VISSER „Parè-breuk” genoemd. Deze storing, door mij „Clusone-breuk” geheeten, werd door PORRO ten W van de Cse Parè (N 5) niet meer herkend. PORRO teekent de breuk ver door naar het E, zelfs tot voorbij het Val Dezzo.

VISSER laat zijn Parè-breuk echter ter hoogte van het Boven-Vle Meri eindigen door afname van de spronghoogte, waardoor de afsnijding van zijn Presolana-dekblad ophoudt. De dagzoom van PORRO's breuk in meer

<sup>1)</sup> H. C. A. SWOLFS: Verslag bij de Geologische Kaart van de Bergkam Mte Secco—Pzo Arera en van het stroomgebied van de Torrente Riso (Valle Seriana). Leidsche Geologische Mededeelingen, Dl. X, 1938.



oostelijke richting is nu volgens VISSER, voor een deel althans, de zuidelijke dagzoom van zijn Presolana-dekblad.

CACCIAMALI beschouwt de Clusone-breuk nog over grooter afstand als de zuidelijke dagzoom van zijn naar het S gerichte plooioverschuiving „Falda 1c”.

Het karakter van de storing wisselt dus sterk bij de verschillende auteurs, evenals het haar toegeschreven bedrag en de richting van de helling. Zoo ziet CACCIAMALI haar als een horizontaal verschuivingsvlak. VISSER als een zeer steile breuk, terwijl haar oostelijke voortzetting als Presolana-overschuivingsvlak een zwakke noordhelling zou moeten bezitten. Volgens PORRO bezit zij echter een meer of minder steile zuidhelling voor het deel ten W van het Dezzo-dal en een noordhelling aan de andere zijde. De vlakke zuidhelling door PORRO geteekend bij Giogo lijkt mij geheel in strijd met de werkelijkheid.

Uit het voorgaande blijkt nu, dat van het Musso-dal af over een afstand van 25 km een storingsdagzoom is te vervolgen tot in het Dezzo-dal. PORRO ziet deze storing, voor zoover hem toenmaals bekend, dus als een breuk ontstaan onafhankelijk van de Presolana-overschuiving in tegenstelling dus met de opvattingen van CACCIAMALI en van VISSER, welke laatste onderzoeker althans een deel van de storingsdagzoom in direct verband brengt met de overschuiving.

Mijn opvatting met betrekking tot de oostelijke voortzetting van mijn Clusone-breuk houdt nu ongeveer het midden tusschen de opvattingen van PORRO en van VISSER. D.w.z. met PORRO ben ik het eens voor zoover hij in de geheele storing een structuur ziet, die niet in direct verband staat met de Presolana-overschuiving. Met VISSER ben ik het eens wat betreft de vlakke noordhelling van het bewegingsvlak in het oostelijk deel van het door hem bewerkte gebied. Langs het hier zwak hellende storingsvlak moet een relatieve zuidbeweging hebben plaats gevonden van de boven het vlak voorkomende Esino- en Raibler-lagen.

De helling van het storingsvlak varieert voor het westelijk deel, d.w.z. tot aan de oostgrens van dit gebied, van 70° S tot loodrecht. Voor het oostelijk deel van loodrecht tot betrekkelijk geringe noordhelling.

Het bedrag van de spronghoogte wisselt over korte afstand soms zeer sterk. In het Musso-dal b.v. is de spronghoogte ruim 1.000 m, in het Rogno-dal (F 2) blijkt zij zeer sterk te zijn afgenomen. Zij neemt weer toe ten S van Parre en is zeer gering ten NW van Clusone. Hier splitst de breuk zich in de Serraia-breuk en in de eigenlijke Clusone-breuk, die beide in oostelijke richting steeds grooter spronghoogte verkrijgen en zich waarschijnlijk ten S van de Cima Blum weer vereenigen.

De breuk snijdt, zooals reeds vermeld, de synclinale van de Mte Parè duidelijk af. Zij splitst zich hier weer en omsluit aldus de Boven-Raiblerpersslenk van de Mte Parè. Voor het noordelijk deel van de hier gesplitste Clusone-breuk zou ik de door VISSER reeds voor de Clusone-breuk ingevoerde naam „Parè-breuk” willen reserveeren.

Op het pad van Clusone naar de Fontana della Mamma in het Vle Serraia werd diorietporphyriet aangetroffen aan de Clusone-breuk. In ieder geval heeft na de intrusie van deze porphyriet beweging langs

de breuk plaats gehad, getuige meerdere bewegingsvlakken in en bij dit intrusieve gesteente waargenomen. Het feit nu van beweging na de intrusieperiode en de geconstateerde afsnijding van de persslenk van de Mte Parè, benevens het geheele karakter van de breuk vormen voor mij een aanleiding te denken zoo niet aan een ontstaan van de breuk in een zeer late tektogenetische phase, dan toch in ieder geval aan een belangrijke beweging langs het vlak in een zoodanig laat stadium.

De slenk van het Val di Fuga (L 8) in het Noorden kan eventueel wijzen op een hernieuwde beweging in een later stadium langs de Valcanale-breuk. Langs de geheele Clusone-breuk heeft nu daling plaats gehad van de ten S van deze breuk gelegen sedimenten. Wij kunnen ons dus in het bewuste stadium nog een laatste sterke samendrukking denken, waardoor het tusschen de Valcanale-breuk en de Clusone-breuk gelegen blok ten opzichte van de zuidelijke sedimenten is gestegen. Plaatselijk zal het blok met een relatieve zuidbeweging op deze samenpersing hebben gereageerd (zuidelijke dagzoom van VISSER's Presolana-dekblad).

### G. De slenk van het Val di Fuga.

Onder de hooge wand van Esino-kalk aan de linkerzijde van het Val della Corna (L 8) ten N van de Mte Corrà treden tuffen, zandsteen en zandige schalies van de Valsecca aan den dag. Een duidelijk te vervolgen breuk scheidt deze Valsecca van de Esino-kalk in het dal zelf. In tegenstelling met de Esino van de linker dalwand is deze lager gelegen Esino slechts zeer dun, getuige een kleine langwerpige ontsluiting van Valsecca-lagen in de beek. In de andere dalwand wordt de Esino volgens een lijn ongeveer parallel aan de dalbodem scherp afgesneden door lagen behorend tot de knobbelkalk van de Onder-Valsecca. Dat wij hier inderdaad te maken hebben met Onder-Valsecca wordt bewezen door het optreden van „dolomia carinata” van de Servino ten E van het Val di Fuga. Ook deze Servino ligt in het Valloni-dal duidelijk waarneembaar overschoven op Esino. Ten N van de Baita Spiazoli (L 8) komen schalies uit de kleisteenhorizont van de Valsecca van onder de Servino te voorschijn. Deze schalies zijn ook fraai ontsloten in het kleine zijdalletje ten SE van de baita. Bij de baita blijkt dus de Esino geheel door de overschuiving te zijn afgesneden. In het Boven-Val di Fuga vindt men echter weer een weinig Esino-kalk onder het verschuivingsvlak ontsloten.

Het pad van de Bta bassa Vodala (M 8) langs de noordzijde van de Mte Corru naar de Bta di mezzo Vodala (L 8) loopt over een afstand van ruim 500 m in het overschuivingsvlak van de Presolana-overschuiving. De verschuiving heeft hier geheel analoog met de verschuiving van het Val di Fuga gedeeltelijk plaats over de bovenste Valsecca-lagen gedeeltelijk over een slechts enkele meters dik niveau van sterk gemylonietiseerde witte Esino-kalk. Ook hier zijn, evenals bij de overschuiving van het Val di Fuga voor een groot deel het geval is, Servino-lagen overschoven. Het is dus aan geen twijfel onderhevig, dat

de overschuiving van het Val di Fuga behoort tot de Presolana-overschuiving.

De Valsecca van de Bta Spiazoli (autochtoon) grenst in het Valloni-dal d. m. v. een steil anormaal contact aan de Esino van het autochtoon. Dit anormaal contact, dat verder zuidwaarts verloopt en grooter spronghoogte bezit dan de breuk van het Val della Corna, loopt evenals laatstgenoemde breuk waarschijnlijk door tot aan de Valcanale-breuk. Wij hebben hier, gezien het ongewoon lage niveau, waarop de Presolana-overschuiving hier voorkomt, dus te maken met een slenk aan drie zijden door breuken begrensd (Fig. 14).

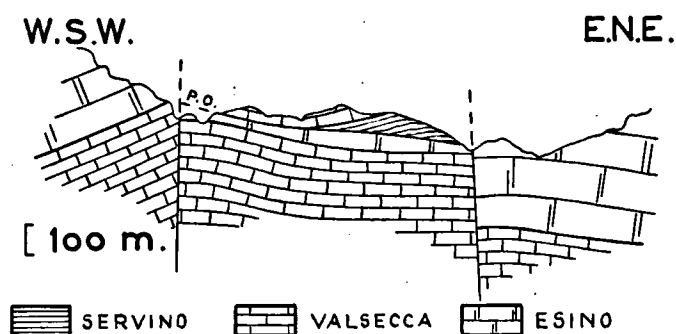


Fig. 14.

Dwarsprofiel door de slenk van het Val di Fuga.

P.O.: Presolana-overschuiving.

Het Presolana-overschuivingsvlak ontsloten op het pad ten N van Mte Corrà, helt overal  $\pm 30^\circ$  S. De hieronder optredende Esino is geheel gescheiden van de Esino van de slenk door een strook Valsecca-lagen. Het duiken van de lagen van het autochtoon en van het overschuivingsvlak naar de slenk gaat hier dus gepaard met een lange smalle culminatie, welke dus de knik, die de slenk naar het S begrenst, accentueert.

Tegen de Valcanale-breuk is overal de knobbelkalk van de onderste Valsecca van het autochtoon ontsloten. Hieruit volgt dus, dat ook in het geval de grensbreuken tot aan de Valcanale-breuk doorlopen, de autochtone lagen weer vrij snel terugbuigen. De lagen van de slenk van het Val di Fuga zijn dus geplooid (Profiel III).

Het voor erosie gespaard gebleven deel van de Presolana-overschuiving in de slenk van het Val di Fuga wijst op de betrekkelijke jeugd van de slenk. Zij moet n.l. zijn ontstaan na de vorming van de Presolana-overschuiving. De randbreuken zijn echter van oudere datum. Tijdens het ontstaan van de Presolana-overschuiving moet n.l. ter plaatse, waar zich nu de slenk bevindt, een horst hebben bestaan, gezien het feit, dat de Esino in de slenk veel dieper — op de grens met de Valsecca — door de overschuiving is afgesneden geworden dan in het autochtoon

ter weerszijden van de slenk. De randbreuken behooren dus tot de transversale storingen, die tijdens de oppersing van de Redondo-Collinorug en de vorming van de persslenk van Ardesio zijn ontstaan. Later heeft dus weer beweging langs deze breuken plaats gehad.

Ik denk mij nu, zooals reeds even werd vermeld in de paragraaf over de Clusone-breuk, de slenk van het Val di Fuga ontstaan in dezelfde jonge phase, waarin langs de Clusone-breuk belangrijke bewegingen moeten hebben plaats gehad. Tengevolge van de sterke samenpersing in deze laatste belangrijke phase in de plooiing van de Zuidalpen werd dus de vroegere horst tot de huidige slenk geplooid.

#### H. De storingen ten W van de Cma de Timogno.

Ten W van de bergrug met als hoogste top de Cma di Timogno treden de, in de paragraaf over de Raibler reeds besproken, Raibler-inplooïingen op (profiel II).

In de meest noordelijke inplooïing hellen de lagen ongeveer 70° S. Zij grenzen in het N aan schilferige, gemakkelijk verweerende ongelaagde Esino. In het S worden deze Raibler-lagen afgesneden door de Servino van de Presolana-overschuiving. Ook in het E wordt de inplooïing door Esino begrensd, hier echter niet door een gebogen storingsvlak, maar door een steil breukcontact. Deze breuk kan zoowel in noordelijke als in zuidelijke richting worden vervolgd en blijkt belangrijke verspringing in de dagzoom van het Presolana-overschuivingsvlak te veroorzaken. De breuk begrenst de meer zuidelijk gelegen Raibler-inplooïing naar het Westen. Ook laatstgenoemde Raibler-inplooïing wordt door de Servino van de Presolana-overschuiving afgesneden.

In Fig. 5 is te zien, hoe ik beide inplooïingen met elkaar en met de vermoede inplooïing van de Bta alta Fontana Mora in verband heb gebracht. De voortzetting van de noordelijke inplooïing aan de oostzijde van de breuk is door erosie verdwenen. Zij kan zich echter slechts over korte afstand in oostelijke richting hebben voortgezet, daar de Valsecca van de Presolana-overschuiving aldaar voorkomt in direct contact met de Esino van het autochtoon. Dit feit en het optreden van de kleine Esino-rug ten N van de zuidelijker gelegen secundair geplooid Raibler-inplooïing bepaalden de in Fig. 5 en Profiel II uitgevoerde constructie.

In het dal ten N van de Rne il Cugno werd een belangrijke, zeer steile breuk geconstateerd. Knobbelskalk van de Presolana-overschuiving grenst hier aan de Esino en de Valsecca van het autochtoon. Deze breuk heb ik met het oog op haar richting verbonden met de breuk ten W van de Timogno.

Deze breuk en die van het Valloni-dal begrenzen nu een terrein, dat over het algemeen een dalende beweging heeft uitgevoerd in een laat stadium van de alpiene tektogenese, het stadium dus, waarin ook de slenk van het Val di Fuga is ontstaan.

Er zijn geen redenen aanwezig om aan te nemen, dat de breuk ten W van de Cima di Timogno reeds van oudere datum zou zijn.

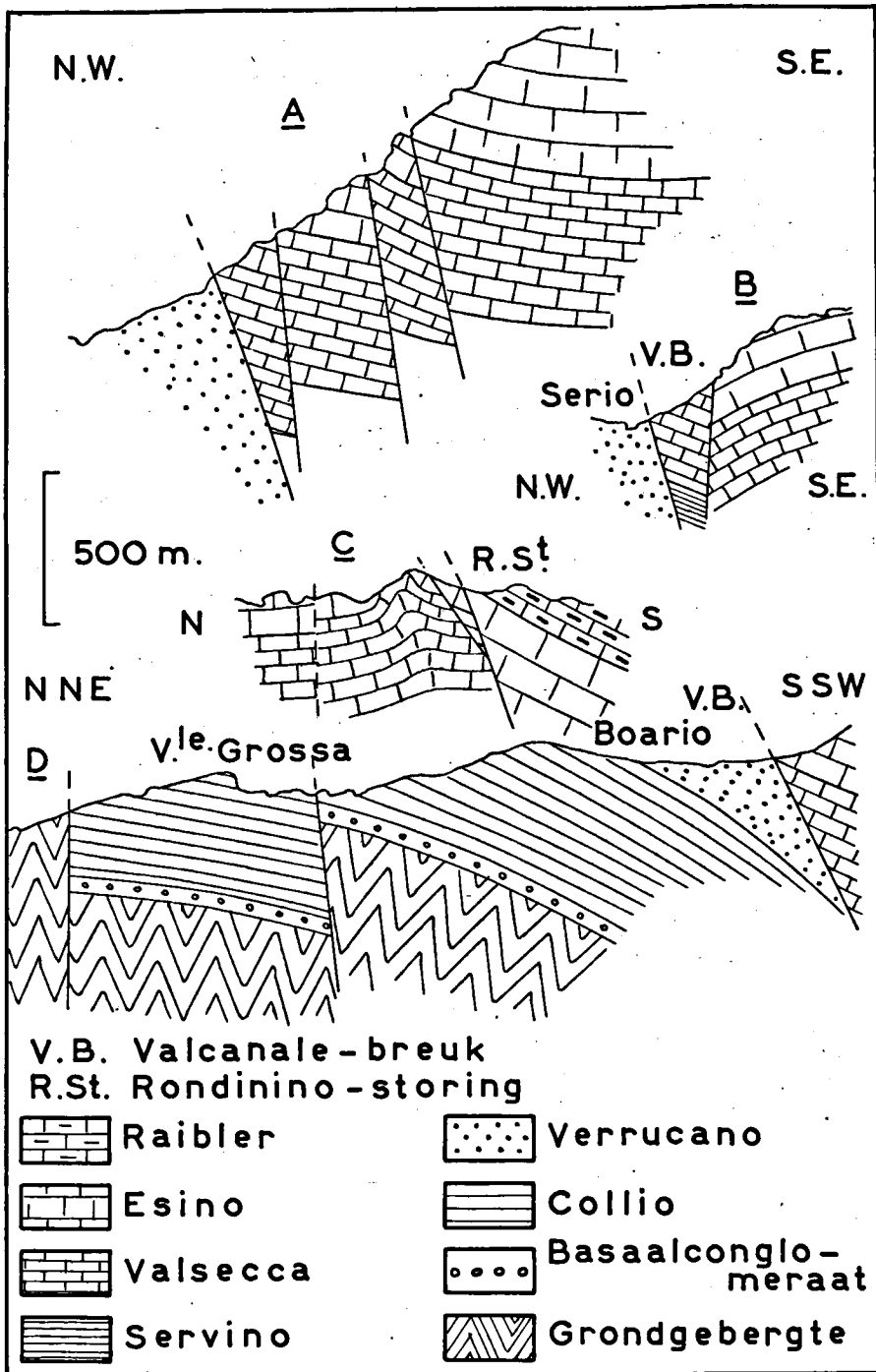


Fig. 15.

## I. De storingen ten SE van Gromo en die van de Pte Nuovo.

De Valsecca-strook van het autochtoon eindigt ten SE van Gromo in een sterk in detail gestoord gebied. Het wordt begrensd door de Valcanale-breuk en meer globaal door de Redondo-randbreuk. Deze randbreuk manifesteert zich ten N van de Mte Redondo voor het eerst als een verticale storing, waarbij Valsecca-lagen steil opgeplooid staan tegen een loodrechte wand van Onder-Esino-kalk. De Valsecca is hier dus gerezen t. o. v. de Esino en de lagen zijn tijdens deze beweging sterk omgebogen. Fraai is deze ombuiging te zien in het kleine dal boven het punt 1038. In het dal onder dit punt treden Servino-lagen van onder de Valsecca te voorschijn.

Het pad langs het punt 1038 naar het Zuiden vervolgend, komt men bij de tweede Servino-ontsluiting. Ook deze Servino ligt normaal onder de Valsecca, echter met wat steilere helling (Profiel VI). Het ligt voor de hand in verband met de twee Servino-ontsluitingen te denken aan eenzelfde ontstaanswijze, terwijl andere storingen het algemeen beeld voor de tweede ontsluiting hebben vervaagd.

Klimt men in het Valle Glera (J 8, K 8) omhoog, dan ontmoet men na het passeeren van de Valcanale-breuk eerst Valsecca-lagen, dan Esino-kalk, daarna een smalle strook Valsecca, weer Esino, weer een smalle strook Valsecca en verder steeds Esino-kalk. Het langs dit dal geconstrueerde profiel (Fig. 15 a) laat hier duidelijk zien de trapsgewijze stijging van het autochtoon.

Aan de Serio komt verder nog een door breuken begrensd blok voor, dat ten opzichte van de andere blokken nog iets meer bij de beweging is achtergebleven (Fig. 15 b). Het blok is echter evenals de Servino-Valsecca-structuren gestegen ten opzichte van de in het S aangrenzende Esino, die behoort tot de Esino-rug van Rizzoli (rechterzijde van de Serio), een strook, die bij de oppersing als geheel is achtergebleven ten opzichte van de Redondo-Collino-rug (Profiel A).

Een aannemelijke verklaring voor de ingewikkelde bouw lijkt mij nu de volgende: Wij kunnen de bewegingen globaal ontleden in een iets sterker oppersing en samendrukking van een smalle strook voornamelijk Servino- en Valsecca-lagen tusschen een punt ten E van het dorpje Bani en een punt ten N van de Mte Redondo en een sprongsgewijs sneller stijgen van de Redondo-Collino-rug ten opzichte van de Esino-rug van Rizzoli.

Waar deze bewegingen elkaar snijden, zijn de storingen ten SE van Gromo ontstaan. Hierbij valt direct op, dat de vrijwel loodrecht kruisende bewegingen elkaar weinig of niet hebben beïnvloed.

Zoals reeds vermeld in de paragraaf over de persslenk van Ardesio, zijn de Onder-Raibler-lagen bij de Stalle Bril ten N van Ardesio niet steil opgericht of teruggebogen, zoals elders aan de Rondinino-storing meestal het geval is (Profiel V). Als verdere bijzonderheden moeten worden genoemd de zuidhelling van het breukvlak en het optreden van Boven-Esino-dolomietlagen in normaal contact met de Raibler aan de zuidzijde van de breuk. Het is duidelijk, dat wij hier te maken hebben

met een voortzetting van de Ardesio-persslenk, zooals die aan de overzijde van de Serio is ontwikkeld.

Klimt men van de Pte Nuovo naar boven, dan ziet men bruine en bruinevletke Esino-kalk in direct contact met grauwwarte zandige schalies van de Boven-Valsecca. Op hooger niveau zijn deze schalies goed ontsloten, zij vormen voor een belangrijk deel de kleine rug, die dicht bij de Serio eindigt in een Esinoblok, waarin de rivier een korte maar fraaie cañon heeft uitgeslepen. Dit Esino-blok wordt door een steile breuk van de Valsecca gescheiden; het is ten opzichte van deze Valsecca minder gestegen.

Een dunne laag steilstaande Onder-Esino-kalken bedekken de zuidzijde van de kleine Valsecca-rug. In deze Esino-kalken werden nog eenige kleine storingen waargenomen, waarvan de voornaamste op de kaart werd aangegeven.

Gezien de bedekking van de Valsecca aan noord- en zuidzijde van de kleine rug met de onderste Esino-lagen, wordt de rug dus gevormd door een kleine culminatie van Valsecca-lagen (Fig. 15 c).

In het E rusten Boven-Esino- en Onder-Raibler-lagen tegen de kleine Valsecca-rug. Deze Boven-Esino- en Raibler-lagen worden naar het E begrensd door een steile storing. Ten E van deze storing zijn de Onder-Raibler-lagen sterk teruggebogen en waarschijnlijk gedeeltelijk opgeschoven. Wij bemerken hier dus de invloed van de sterkere opersing van de Redondo-Collino-rug op de lagen van de Ardesio-persslenk. De lagen ten N van de Stalle Brill vestigen eveneens de indruk te zijn opgeschoven onder invloed van de zeer sterke samendrukking, hoewel van ombuiging hier geen sprake is wegens de lagere ligging van de Esino-rug van Rizzoli. Ofschoon de mogelijkheid van plaatselijke secundaire opschuivingen dus niet uitgesloten is, heb ik met het oog op de duidelijkheid toch gemeend de algemeene dalende beweging in de profielen tot uitdrukking te moeten brengen.

### J. De slenk van Brignolo.

Gaat men het Valle Grossa op, het zijdal van de Serio halverwege Gromo en Gandelino, dan vindt men onder in dit dal de tuffen van de Onder-Collio ontsloten. Ook hier wordt deze tuf naar boven toe wat donkerder en fijner van korrel. Verder is het dal bijna geheel opgevuld met Collio- en Verrucano-puin. Op  $\pm$  900 m ziet men echter zandsteen uit de Boven-Collio ontsloten en daarna is het dal weer met puin opgevuld. Onder de huisjes van Brignolo treden, zooals reeds werd vermeld, de groenzwarte Collio-leien op.

Op het groote pad van Boario naar het Valle Sedornia wandelt men over een lengte van ongeveer 1 km in de onderste zandsteen- en tufflagen van de Boven-Collio. Plotseling echter vindt men het pad bedekt door rood Verrucano-puin, hetgeen zoo blijft tot het pad precies ten W van de top van de Costa Magrera weer even plotseling zijn oorspronkelijk Collio-uiteindelijk terugkrijgt. Daar de westhelling van de Costa Magrera geheel met zwaar bosch is begroeid en veel puin deze helling bedekt, was het onmogelijk de ligging van de storingen, die ongetwijfeld hier moeten

optreden, met eenige nauwkeurigheid te bepalen. Ik heb daarom de afstand, waarover het pad naar het Valle Sedornia met rood puin is bedekt, ter plaatse genomen als de breedte van een slenk, die de oorzaak moet zijn geweest van het optreden van Onder-Collio-tuf dicht bij de Serio in het Valle Grossa en op de Costa Magra en van Boven-Collio-zandsteen en -lei op een hoogte, waar eigenlijk de dagzoom van het Basaalconglomeraat werd verwacht. Waarschijnlijk zullen de randbreuken van de slenk eindigen op de Valcanale-breuk. De helling en strekking van de lagen in de slenk wijken niet noemenswaard af van die opgemeten buiten de slenk. Fig. 15 d stelt een N—S-profiel voor door deze slenk van Brignolo.



## VI. TEKTONISCH OVERZICHT.

Nu de tektonische elementen, die het gebied samenstellen, afzonderlijk besproken zijn, zal ik trachten het verband weer te geven, dat tusschen deze elementen moet bestaan. In de meeste gevallen werd dit verband reeds aangeduid.

Bij een oppervlakkige beschouwing van de kaart vallen reeds dadelijk twee ongeveer parallel verloopende zeer lange storingen op, die globaal NE—SW gericht zijn. Deze storingen begrenzen een terrein, waarin met uitzondering van het Norien alle etages uit de Trias in ruime mate zijn vertegenwoordigd. Ten N van dit terrein komen slechts lagen voor behoorend tot het Perm en oudere formaties; in het S wordt het begrensd door een lange strook dolomietische kalken, behoorend tot het Norien.

Terwijl dit Norien weinig of niet is gestoord, zien wij, dat in het noordelijk aangrenzend terrein belangrijke bewegingen moeten hebben plaats gevonden, getuige de grillige dagzomen van overschuivingen en opschuivingen en van talrijke meer steile storingen <sup>1)</sup>. Belangrijke storingen in de Permische sedimenten treden slechts op in het gebied ten N van het Valle Sedornia, waar, zooals wij reeds hebben gezien, het gebergte in horsten en slenken is verdeeld <sup>2)</sup>. Deze storingen moeten nu allen zijn ontstaan in de Alpiene tektogenetische periode van de Zuidalpen.

Bij de bespreking van de verschillende tektonische elementen, die in het onderzochte gebied en omringende gebieden optreden, is reeds komen vast te staan, dat 3 plooiingsfasen moeten worden onderscheiden.

In de eerste phase, de oudste, werden de sedimenten ten N van ons gebied opgeheven tot een hoogte van eenige kilometers boven de bij deze beweging achtergebleven zuidelijke sedimenten. De opgeheven sedimenten bleven echter, althans over groote afstand, met de zuidelijke sedimenten verbonden, zoodat een machtige flexuur ontstond, door mij genoemd de „Valcanale-flexuur”. Daar wij vooral de bouw van de zuidelijke sedimenten bestudeeren, hebben wij dus op directe wijze slechts te maken met deze flexuur, met haar afmetingen en met de storingen, die in het flexuurgebied optreden. De afmetingen van de flexuur en de storingen in de flexuur hebben nu een overwegende invloed uitgeoefend op de bouw van het ten S van de flexuur gelegen gebied. Van het allergrootste belang waren dus de regionale verflauwing in de flexuur en de met het maximum aan verflauwing samenvallende verdeling in horsten en slenken van het flexuurgebied ten N van het Valle Sedornia.

<sup>1)</sup> Zie ook: VISSER; Literatuur 31.

<sup>2)</sup> Zie: WEEDA; Literatuur 33.

Deze verdeeling in horsten en slenken moet gelijktijdig met de opheffing, dus in de eerste phase zijn ontstaan <sup>1)</sup>).

De tweede phase is de hoofdplooiingsphase geweest voor de zuidelijk van de flexuur gelegen sedimenten. In deze phase werden n.l. deze sedimenten tegen het opgeheven gedeelte, dus tegen de Valcanale-flexuur samengeperst tengevolge van de algemeene noordbeweging van de z.g. „Potafel”. Een ineenschuiven van de direct ten S van de flexuur gelegen lagen was hiervan het gevolg. Alle belangrijke tektonische elementen als de Valcanale-breuk, de pershorst en de persslenk van Ardesio, als de Ardesio-opschuiving en de Presolana-overschuiving, moeten in deze phase zijn ontstaan.

In deze tweede phase is ook een zekere volgorde aan te wijzen in de tektonische gebeurtenissen. Hierbij dient echter in het oog gehouden te worden, dat deze phase-onderdeelen waarschijnlijk althans gedeeltelijk zullen samenvallen. Ik denk mij nu het eerst ontstaan de persslenk van Ardesio en de pershorst, dan de opschuiving van Ardesio en daarna de Presolana-overschuiving. Deze overschuiving is oorspronkelijk in de lagen van de Ardesio-opschuiving ontstaan en in het onderhavige gebied heeft zij een belangrijk deel van de functie van de opschuiving overgenomen, hetgeen de ondergeschikte beteekenis van de Ardesio-opschuiving verklaart. Waarschijnlijk ook bezit het opschuivingsvlak in ons gebied een geringere helling, wat ook in de profielen tot uitdrukking werd gebracht met het oog op de aansluiting aan de vlakliggende „Ogna-overschuiving” in het oostelijk aangrenzend gebied.

In de derde phase vond nu tengevolge van een laatste samendrukking de besproken opheffing plaats langs de Clusone-breuk en de Valcanale-breuk en in het Westen waarschijnlijk langs de Oneta-breuk van het intensief gestoorde gedeelte ten S van de flexuur. Met deze opheffing ging gepaard een hernieuwde beweging langs eenige oudere breukvlakken, zooals langs de randbreuken van de slenk van het Val di Fuga en het ontstaan van eenige nieuwe storingen, zooals de breuk ten W van de Cma di Timogno en de randstoring van de persslenk van de Mte Parè.

De algemeene intrusie van een diorietisch magma moet hebben plaats gevonden in de tijd, die verliep tusschen de tweede en de derde phase, want worden alle structuren, ontstaan in de tweede phase, door de dioriet-porphyrrietgangen gesneden, zoo ziet men op haar beurt de intrusie van het Valle Serraja gestoord door beweging langs het Clusone-breukvlak. Zoo bevestigt dus ook het onderzoek in dit gebied de juistheid van een verdeeling (STAUB, WEBER) van de Alpiene tektogenetische periode in de Zuidalpen in een „Frühinsubrische Phase” (phasen 1 en 2!) gescheiden van een „Spätinsubrische Phase” door een intrusie-periode.

Van belang om nogmaals de aandacht op te vestigen acht ik het feit, dat langs de geheele Valcanale-breuk een oppersing heeft plaats gehad van de autochtone lagen op de oudere lagen van de Valcanale-flexuur. Deze oppersing gaat in het gestoorde gedeelte van de flexuur over in een opschuiving. Precies ten S van deze opschuiving bereikt de tegenwoordige Presolana-overschuiving haar grootste overschuivings-

<sup>1)</sup> Zie: WEEDA; Literatuur 33.

breedte. Dit wijst, zooals ik al reeds heb opgemerkt, op het genetisch verband, dat tusschen de Valcanale-, „opschuiving” en de Presolana-overschuiving moet bestaan. Beide zijn n.l. ontstaan tengevolge van de verflauwing en vooral ook tengevolge van de meer locale sterke storing van de flexuur. Voor de zuidelijk gelegen lagen bestond alleen dáár de mogelijkheid om langs vlakker liggende verschuivingsvlakken een noordbeweging uit te voeren, terwijl daar waar geen verflauwing in de flexuur optreedt, slechts noordbeweging langs steiler vlakken, zooals het Valcanale-breukvlak en het Ardesio-opschuivingsvlak mogelijk was.

De opgeschoven autochtone lagen moeten in het N zijn gestuwd, hetgeen wellicht, zooals wij hebben gezien, de oorzaak kan zijn geweest van de vorming van de Toazzo-, de Pomnolo- en de Cimone-overschuiving. Zooals bleek bij de beschrijving van de structuren van het gebied aan de overzijde van de Serio, moeten ook de lagen van de Ardesio-opschuiving ten S van het hooge steile gedeelte van de flexuur zijn gestuwd, tengevolge waarvan deze lagen zijn teruggebogen (synclinale van de Bta del Fop) en zelfs teruggeschoven (Arera-terugschuivingen). Ook voor de lagen van de Presolana-overschuiving neem ik een stuwning niet ver in het N aan. Deze veronderstelling vindt steun in het ontbreken van eenig faciesverschil in N—S-richting tusschen de lagen van het autochtoon en die van de Presolana-overschuiving. Ik schat dan ook de maximale overschuivingsbreedte voor de Presolana-overschuiving, die minstens 10 km moet bedragen, op ten hoogste 15 km.

Reeds Dozy heeft aangetoond, dat de bouw van de Bergamasker Alpen wordt beheerscht door de invloed, welke de opheffing van het noordelijk gedeelte heeft gehad op de structuur van de lager gelegen zuidelijke sedimenten en indirect op de structuur van deze opheffing zelf<sup>1)</sup>. Ik acht mij dan ook bevoorrecht, dat ik voor een belangrijk deel van de oostelijke Bergamasker Alpen deze invloed nader heb kunnen vaststellen en aldus een bijdrage heb mogen leveren tot de ont-warring van de tektoniek van de Bergamasker Alpen.

<sup>1)</sup> Zie: Dozy; Literatuur 10.

## VII. LITERATUUR.

1. BECK, P. Ueber das Pliozän und Quartair am Alpensüdrand zwischen Sesia und Iscosee. *Ecl. Geol. Helv.* Vol. 28, No. 2, 1935.
2. CACCIAMALI, G. B. Morfogenesi delle Prealpi Lombarde ed in particolare di quelle della Provincia di Brescia. Brescia 1930.
3. CAFFI, E. La Valsecca di Roncobello in Val Brembana. Estratto dai „Rendiconti“ del R. Ist. Lomb. di sc. e lett., Serie 11, Vol. XLII, 1909.
4. — Note di Geologia storica. Bollettino mensile della Sezione di Bergamo del Club Alpino Italiano (1920 e più recenti).
5. — Nuove osservazioni sub Bacino di Leffe in Val Gandino. *Boll. Soc. Geol. It.*, Vol. 411, 1933.
6. — Il Bacino lignifero della Val Gandino 1934. Estratto dal periodico settimanale „La Val Gandino“ 1934.
7. COSIJN, J. De Geologie van de Valle di Olmo al Brembo. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dl. II, 1928.
8. CURIONI, G. Geologia con carta geologica delle Provincie Lombarde. Milano 1877.
9. DOZY, J. J. Die Geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella und Pizzo del Diavolo di Tenda. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dl. VI, 1935.
10. — Beitrag zur Tektonik der Bergamasker Alpen. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dl. VII, 1935.
11. — Ueber das Perm der Südalpen. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dl. VII, 1935.
12. FRANK, M. Das Wandern der „tektonische Vortiefe in den Alpen“. *Zentralblatt f. Min. etc.* 1930, Abt. B.
13. GRABAU, A. W. Principles of Stratigraphy. New York 1924.
14. HAUPT, HEINZ, O. Die eiszeitliche Vergletscherung der Bergamasker Alpen. Berlin 1938.
15. HOFSTEEGE, G. L. La Geologie de la Vallée du Brembo et de ses Affluents entre Lenna et San Pellegrino. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dl. IV, 1931.
16. — Mineragrafisch Onderzoek der Loodzinkertsen uit de Bergamasker Alpen. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dl. VI, 1934.
17. HUMMEL, K. Zur Stratigraphie und Faciesentwicklung der südalpinen Mitteltrias. *Neues Jahrbuch f. Min. etc.* 68, Beil. Bd., Abt. B, 1932.
18. v. KLEBELSBERG, R. Südtiroler Dolomieten. *Sammlung geologischer Führer*, Bd. 33, 1928.
19. KÖPPEN—WEGENER. Die Klimate der geologischen Vorzeit, 1924.
20. NIGGLI, P. Die Charakterisierung der klastische Sedimente nach der Kornzusammensetzung. *Schw. Min. und Petr. Mitt.*, Bd. XV, Heft I, 1935.
21. PARODI, A. Notizie geologiche della regione compresa fra la Val Canale e la Valle del Riso (Bergamo). *Bollettino d. Società Geologica Italiana*, Vol. LV, 1936, Fasc. 1.
22. PENCK und BRÜCKNER. Die Alpen im Eiszeitalter. 1909.
23. PIA, JULIUS. Grundbegriffe der Stratigraphie. 1930.
24. — Ueber die Benennung der Triasstufen. *Zentralblatt f. Min. etc.* 1935, Abt. B.

25. DAL PIAZ, G. Studi Geologici Sull'Alto Adige Orientale e Regioni limitrofe. Padova, 1934.
26. PIRSSON, L. V. The Microscopical Characters of Volcanic Tuffs. Am. Journ. of Science, 1915.
27. PORRO, C. Alpi Bergamasche. Carta Geol. rilevata dal 1895—1901 con „Sezioni geologiche” e „Note illustrative”. Milano 1903.
28. STAUB, R. Der Bau der Alpen. Bern 1924.
29. TRÜMPY, E. Geologie der Grignagruppe. Ecl. Geol. Helv. Vol. 23, 1930.
30. UDDEN, J. A. The Mechanical Composition of Clastic Sediments. Bull. Geol. Soc. Am. Vol. XXV, 1914.
31. VISSER, W. A. Die Geologie der westlichen und suedlichen Abhaenge des Pizzo della Presolana und des Monte Ferrante. Leidsche Geologische Mededeelingen, Dl. IX, 1937.
32. WEBER, F. Geologie, in Poststrassen im Südtessin. Eidg. Postverw. 1936.
33. WEEDA, J. La Geologie de la Vallée supérieure du Serio. Leidsche Geologische Mededeelingen, Dl. VIII, 1936.
34. WENNEKERS, J. H. L. De Geologie van het Val Brembo di Foppolo en de Valle di Carisole. Leidsche Geologische Mededeelingen, Dl. III, 1930.
35. WENTHWORTH, CH. K. and WILLIAMS, H. The Classification and Terminology of the Pyroclastic Rocks. Bull. of the Nat. Research Council, No. 85, 1932.