DE ESINO-RAIBLERGRENS IN DE BERGAMASKER ALPEN

DOOR

G. L. KROL.

I. INLEIDING.

In 1928 maakte J. COSIJN, als eerste Leidsche student, een begin met de detailkaarteering 1:25000 van een deel der Bergamasker Alpen. Thans is dit werk zoover gevorderd, dat een strook tusschen het Lago di Como en het Ogliodal vrijwel geheel gekaarteerd is.

Dat bij zoovele onderzoekers verschil van opvatting over het bepalen van stratigrafische grenzen heerscht, valt niet te verwonderen. Zoo ontstonden feitelijk drie groote problemen, t. w.

1. de Collio
2. de Valsecca { Anisien / Buchenstein / Wengener }
3. de Esino-Raiblergrens.

Het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie te Leiden verzocht mij het probleem van de Esino-Raiblergrens aan een onderzoek te willen onderwerpen. Ter bestrijding van de reis- en verblijfkosten, alsmede van een deel der publicatiekosten, werd een beroep op de Stichting „Molengraaff-fonds" te Delft gedaan, dat ons verzoek inwilligde.

Ons past op deze plaats een woord van dank hiervoor aan de bestuurderen van deze Stichting.

II. OVERZICHT VAN OUDERE ONDERZOEKINGEN EN DOELSTELLING.

Het is onze bedoeling in dit hoofdstuk op beknopte wijze de beschrijving der Esino/Raiblergrens weer te geven, zooals die door vroegere onderzoekers is gedaan. Wij zullen ons niet aan de historische volgorde houden, doch systematisch van West naar Oost de gebieden doorloopen.

Zoo beschrijft TRÜMPY (1930) haar als volgt:

Op de bovenste, dikbankige Esino ligt een pakket van ± 200 m dikke Onder-Raiblerkalk, die zich door goede gelaagdheid en gele verweeringskleur daarvan onderscheidt.

De onderste 20—50 m bestaat uit lichtgrijze Esino-achtige dolomiet, die geel en mergelig verweert. Hierin komt looderts voor. Hierop blauwgrijze kalken met calcietaders en hoornsteen; dan gaan zandige mergels in toenemende mate optreden.

COSIJN (1928) zegt het volgende:
Boven de donkere, dikwijls goedgelaagde en soms ertshoudende Boven-Esinokalken, liggen donkere zeer fijn kristallijne kalkbanken, meestal met mergelige tusschenlagen; dit zijn de z.g. „Plattenkalken". Zij onderscheiden zich van de Boven-Esino door goede gelaagdheid, fijner kristallijne habitus en diep gegolfd oppervlak met geelbruine verweeringskleur.

HOFSTEENGE (1931) trekt de grens evenals COSIJN boven de „Calcare metallifero", waar de „Plattenkalken" optreden.
De „metallifero" wordt als volgt beschreven:
Op een roode compacte Esinokalk (calcare rosso) volgt een kalkbank rijk aan calcietaders ter dikte van ± 10 m en hierin treedt de „calcare metallifero" op. Deze kalken, die zeer ertsrijk zijn, onderscheiden zich van de onderliggende kalken door hun betere gelaagdheid, donkere kleur, groote fijnheid van korrel en grooter kwartsgehalte. Eveneens treden boven in dit 50—60 m dikke pakket hoornsteen-banken en zandige mergels op.

WENNEKERS (1932) onderscheidt Esino en Boven-Esino, in het algemeen gescheiden door een „calcare rosso" horizon en een breccieserie. De Boven-Esino heeft dunne banken fijnkristallijne blauwe kalk en dolomiet; soms geelbruine lagen en op eenige plaatsen geel-grijsverweerende kalken.
Dit is het equivalent van de metalliferohorizon van HOFSTEENGE. Hierop volgt dan de „Plattenkalk"; de overgang is zeer geleidelijk. Deze kalken hebben een onregelmatig gegolfd oppervlak en een okergele verweeringskleur.

SWOLFS (1938) stelde voor de grens Esino-Metallifero te leggen *onder* het „calcare rosso"niveau en de „metallifero" te rekenen tot de Raiblerfacies.
De Onder-Raibler is volgens hem rijk aan bijzondere kenmerken, zooals het optreden van gekleurde schalies, van mineralen, oölietlagen, breccies, zeer dunne mergellaagjes en fel rood gevlekte of gestreepte lichte kalken (calcare rosso).
Hierin komen Esino-achtige kalken voor met gelaagdheid door typische structuren b.v. oölietlagen.
Op de grofkorrelige Esinodolomiet volgen gelaagde geel-verweerende lichtgrijze kalken met eigenaardige structuren; dunne mergels treden op evenals roode kalksteenen en breccies.
Typisch is een regionaal optredende dunne breccielaag.

VISSER (1937) trekt de grens daar, waar in de Esino-achtige kalken de eerste — zeer dunne — mergelinschakelingen optreden.
Deze veroorzaken een gelaagdheid der kalken, die in het veld als een zeer typisch onderscheid opvallen tegenover de ongelaagde Esino s.s.

DEECKE (1885) vond hier 15 m boven deze grens Myophoria kefersteini in het Valzurio.

Ook PORRO (1903) vond in deze gelaagde kalken ten S. van Fontana Mora dit gidsfossiel voor het Carnien.

VISSER rekent tot het Onder-Carnien 100 m gelaagde grijze kalken met zeer dunne blauwgeel verweerende mergelinschakelingen, 60 m gelaagde grijze en witte kalken met mergelinschakelingen, 100 m gelaagde leverkleurige kalken, afwisselend met zeer dunne of dikkere grijze mergelkalken en mergels (op bepaalde plaatsen is deze laatste zône ± 400 m dik).

In het geheel is dus volgens VISSER de Onder-Raibler in Esino-achtige facies ± 600 m dik.

Wij schreven in een vroegere publicatie over de Geologie van het Valle di Scalve en het Valle Nembo (1939) reeds, dat wij het met deze opvatting niet eens zijn en de dikte van de Esino-achtige Onder-Raibler op ± 200 m schatten.

Zoo blijkt uit deze geciteerde publicaties reeds, dat de grens op verschillende plaatsen werd getrokken.

Sommigen plaatsen de grens daar waar de licht-grijze Esino-achtige kalken plaats maken voor zwarte kalken en zandige schalies (COSIJN, HOFSTEENGE, WENNEKERS).

Anderen legden de grens daar, waar de Esinokalken begonnen te veranderen en een mergeligen inslag steeds duidelijker werd (TRÜMPY, VISSER, SWOLFS).

Deze laatsten werden in hun meening gesterkt door de vondsten van de bivalvendoorsneden, zoo typisch voor de Raibler (Carnien), in Esinoachtige kalken.

PORRO staat tusschen beide meeningen in en kaarteerde, indien hij geen fossielen vond, de Esinoa-chtige mergelige kalken als Esino en elders waar wel fossielen werden gevonden noemde hij dit de „Raibl a facies dolomitica.

De volgende vraagstukken waren het doel van onze onderzoekingen in 1938:

1. Is de grens tusschen Esino en Raibler (ev. Ladinien-Carnien) in de Bergamasker Alpen aan groote lithologisch veranderingen onderhevig?
2. Is er een vaste, goed waarneembare, gidshorizon aan te wijzen, die als grens tusschen Esino en Raibler kan dienen en tevens ongeveer de grens Ladinien-Carnien benadert?
3. Behoort de „Metallifero''-serie in de Bergamasker Alpen tot de Esino of tot de Raibler?

De formatienamen Esino en Raibler worden door ons gebruikt als lithologische begrippen en behoeven dus niet noodzakelijkerwijs de stratigraphische groepen Ladinien en Carnien te dekken.

III. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

De uitkomsten van dit werk zijn weergegeven in een reeks profielen, waarbij wij een toelichting zullen geven.

Bij het opnemen van deze profielen werd voor zoover mogelijk steeds de geheele Esino opgenomen om goed de overgang van het Esinotype naar het Raiblertype waar te nemen en tevens de dikte van de Esino door de heele Bergamasker Alpen op te nemen.

De Raibler werd opgenomen tot aan de zwarte kalken en mergels (bij

COSLIJN, HOFSTEENGE etc. de Raibler (Carnien) s. s., bij SWOLFS e. a. de Midden-Raibler).

Allereerst namen wij het gebied aan het Lago di Lecco ten N. van Lecco, dat in 1928 door TRÜMPY bewerkt werd, in studie.

Een fraaie ontsluiting, die de heele Esino en Onder-Raibler omvat, leverde ons het Valle Calolden, een zijdal van het Val del Gerenzone ten N. van Lecco (zie prof. I). De Esino is hier ±1100—1200 m dik en bevat in de onderste helft in hoofdzaak kalksteenen, terwijl in de bovenste helft dikke pakketten dolomieten overheerschen. Opvallend is, dat in de Boven-Esino aanvankelijk slechts op het verweerde vlak, doch vlak bij de Esino/Raibler-grens ook op versche breuk, een duidelijke fijne gelaagdheid valt waar te nemen. Op ± 1060 m in de westelijke dalwand vinden we in een serie kalksteenen en dolomieten eigenaardige oölitische gegolfde structuren, die wij gemakshalve thans reeds Raiblerstructuren zullen noemen. Zooals later zal blijken beschouwen wij het optreden van deze eigenaardige structuren als het begin van de Raibler. Deze structuren zelf zullen wij ook nog aan een onderzoek onderwerpen.

Deze structuren dan treden in het Val Calolden boven 1160 m in steeds grooter getale op en hebben veelal een gelige verweeringskleur. De gelaagdheid wordt steeds duidelijker in dunner wordende banken. Indien de gesteenten niet gelig verweeren hebben zij een blauwgrijs bolvormig verweeringsvlak.

Dunne mergellaagjes treden op evenals looderts in den vorm van galeniet en zinkerts als zinkblende en calamien.

De mergels worden veelvuldiger en sterk zandig, knobbelkalken treden op en de kleur wordt van licht- tot donkergrijs in deze lagen blauw- tot bruinzwart. Hiermede is dan de Midden-Raibler bereikt.

Dit is het fraaiste profiel van deze streek. Elders opgenomen profielen waren doorgaans zeer onvolledig en vertoonden groote overeenkomst met dezelfde series in het Val Calolden. Slechts ten Westen van Borbino boven Casa alla Fontana (aan de weg van Lecco naar Abadia) vonden we in Onder-Raibler hoornsteen en kiezelkalken. TRÜMPY geeft op zijn kaart slechts Esino of Hauptdolomiet aan, doch dit is zeker niet juist.

Het profiel II is opgenomen in het Val Brembana, in het gebied door HOFSTEENGE bewerkt, en is in het terrein te bestudeeren langs een pad, dat van de brug ten S. van Lenna in S.W.-richting tegen Costa Pagliari opklimt en naar Cespedosio voert. De Esino is hier ± 1000 m dik en evenals in het vorige profiel bestaat de benedenhelft hoofdzakelijk uit kalksteen met de typische lichtgrijze *wit*-verweerende Esino-habitus.

In de bovenhelft komen ook hier veel dolomieten voor, doch zij overheerschen niet. Een opmerkelijk verschijnsel is wel, dat de dolomiet zeer zacht is en als glinsterende poedersuiker verweert. Deze serie bevat ook dunne bankjes met een breccie van organismen zooals kalkalgen en evinospongien.

Wederom valt hier op hoe de kalken een steeds duidelijker wordende fijne gelaagdheid toonen, aanvankelijk op het verweerde oppervlak, later echter ook op versche breuk.

Op ± 1130 m vinden we plotseling dungebankte goedgelaagde kalken en mergelige kalken met aan de voet twee dunne (10 cm) breccieuse laagjes (roodachtige matrix en witte en roode kalken als componenten). Tusschen deze 2 breccieuse lagen een donkergrijs-rossig gestreept compact kalksteenbankje (dit niveau bevat elders rood-gevlekte kalksteenen).

Hierboven ligt dan een pakket van ± 25 m gelig-verweerende mergelige kalken met fraaie Raiblerstructuren.

Dan verminderen de kalksteenen met Raiblerstructuren en komen vele leverkleurige kalksteenbanken voor, met dunne schalies ertusschen (100 m).

Dan overheerschen de kalken met Raiblerstructuren weer, waarin op eenige plaatsen bivalvendoorsneden worden gevonden. Hierin komen ertsen voor.

Hierboven treden dan vrij plotseling zwarte knollenkalken, mergels en schalies op, die door ons als Midden-Raibler worden beschouwd.

Als nieuwe factoren vinden we hier in de Esino het optreden van de eigenaardige suikerachtige dolomiet. Voorts de dunne roodgekleurde breccie of de „calcare rosso" en bovenin de bivalvendoorsneden (zie fig. 1).

HOFSTEENGE beschouwde de „calcare rosso" nog tot de Esino s. s. en de daar boven liggende kalken noemde hij de „metallifero" en rekende deze tot het Ladinien.

De volgende profielen (prof. III, IV, V) werden opgenomen in de zuidhellingen van de kam Pizzo Arera, Mte Secco in het stroomgebied van de Serio. Bij het profiel in het Valle Nossana valt op hoe de Onder-Esino goedgelaagde kalken bevat en de Boven-Esino bestaat uit de zelfde witte, zandig aanvoelende dolomiet, zooals we die in het Valle Brembana leerden kennen.

De breccie of „calcare rosso" vonden we hier niet, hoewel ze volgens SWOLFS (1938) in de buurt wel voorkomt.

Ook hier weer de gelig verweerende kalken met Raiblerstructuren in goed gelaagde dungebankte pakketten met ertsen.

Alleen is dit pakket tot aan de typische Midden-Raibler veel dunner en nog slechts een 140 m dik en de Esino ± 850 m.

In het Valle Fontagnone komt dezelfde opeenvolging van gesteenten voor, alleen is de Esino hier vrijwel ongelaagd en is de dolomitische zône dunner, evenals de zône met de Raiblerstructuren en de ertsen, die hier nog geen 100 m dik is.

Verder oostwaarts gaande, in de oostoever van de Serio, bezochten wij het standaardprofiel bij de Ponte Nuovo ten S. van Gromo, dat SWOLFS nauwkeurig heeft opgemeten en waaraan wij niets hebben toe te voegen (zie profiel VI).

Alleen wijzen wij op het voorkomen van de „calcare rosso" en een dunne breccieuse laag, die bij de Ponte Seghe veel dikker is en ontgonnen wordt als siersteen (zie SWOLFS, diss. 1938, fig. 10).

De horizon met Raiblerstructuren tot aan de Midden-Raibler heeft een dikte van ± 100 m. In het gebied om en bij de Presolana is ook een geleidelijke overgang van Esino naar Raibler te constateeren door het optreden van een duidelijker gelaagdheid ten gevolge van zeer dunne zachtere laagjes, die weggeërodeerd worden. Voorts zijn ook hier, hoewel in mindere mate, de Raiblerstructuren gevonden. Veelvuldiger is evenwel het optreden van een dunne donkerblauwe kalksteenbank, die bestaat uit een breccie van oöliet (zie fig. 9 diss. KROL, 1939).

Zooals uit de voorgaande profielen blijkt is er tot dusver weinig verschil in de ontwikkeling der gesteenten van de echte Esinokalken tot de zwarte knobbelkalken en schalies der Raibler. Indien we nu echter het Val Camonica naderen is er wel een opmerkelijke wijziging.

Inlien we nl. het dal van de F. Dezzo afzakken, passeeren we vrijwel de geheele Raibler en constateeren, dat plotseling de zwarte kalken en mergels

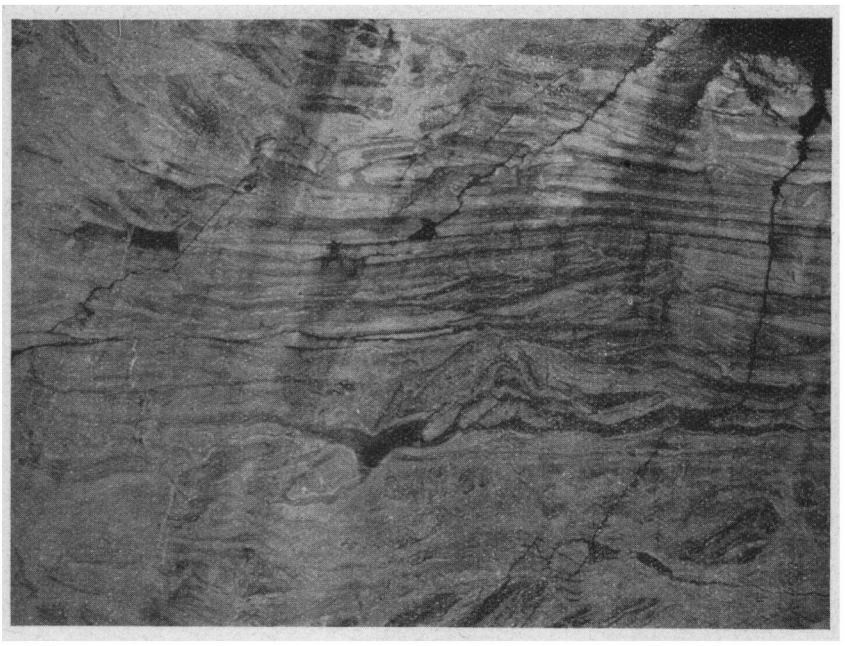


Fig. 1.

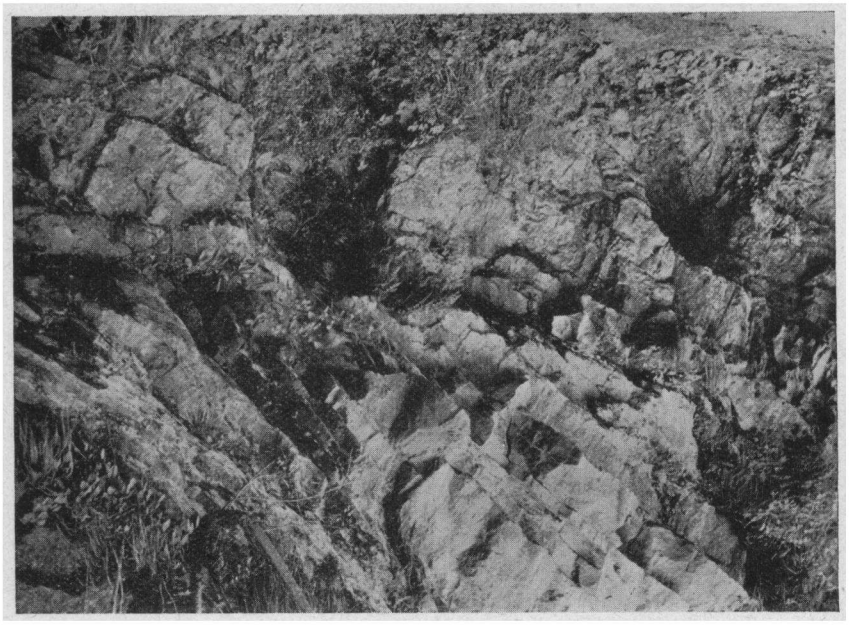


Fig. 2.

met Carnien-fossielen zonder eenige overgang rusten op een dikke ongelaagde bank lichtgrijze compacte Esinokalksteen. Van de lichtgekleurde kalken met Raiblerstructuren geen spoor. Aan de volkomen concordante ligging van deze gesteenten mag niet getwijfeld worden; van eenigerlei tektonische storing is hier geen sprake.'

Verder zuidwaarts in het Valle dell'Ogna, dat bij Rogno in de Oglio stroomt, valt op ± 1125 m eveneens waar te nemen, hoe hier de dungebankte donkere kalken en mergels der Raibler rechtstreeks op ongelaagde lichtgrijze Esinokalken liggen. Ook hier dus deze plotselinge overgang van zuivere kalksteen tot mergelige kalken.

Daar de resultaten van het werk in deze gebieden echter nog niet gepubliceerd zijn, kunnen wij hierop niet dieper ingaan.

Deze overgang, zooals hier genoemd is, lijkt dus veel op de Esino/Raiblergrens, zooals zij door COSIJN (1928) uit het Boven-Brembodal werd beschreven.

Een bezoek aan dit gebied leerde ons, dat inderdaad de vanuit het Zuiden komende de „Metallifero" dunner wordt. Een duidelijke ontsluiting viel echter moeilijk te verkrijgen, zoodat hier niet kon worden nagegaan, of dit uitwiggen der metallifero een stratigrafische of een tektonische oorzaak had.

In het Val Stabina echter beneden de Baita Pugna bassa troffen we de grens aan de straatweg ontsloten en constateerden hier, dat inderdaad donkere fijnkristallijne kalken rechtstreeks op dolomitische Esino liggen.

Doch van een concordante ligging is op deze plaats geen sprake. Zeer duidelijk is een sterk uitgewalste en verpoederde glijhorizon zichtbaar, waarboven de Raiblerkalken een andere helling en strekking hebben dan de onderliggende lichtere Esinodolomiet (zie fig. 2).

Het is o.i. niet twijfelachtig, dat hier de grens Esino/Raibler geen normale is, doch een tektonisch storingsvlak. De mogelijkheid bestaat dus, dat de Metallifero door deze overschuiving noordwaarts wordt afgesneden.

COSIJN schrijtf op blz. 292 sprekende over de „Plattenkalke" der Onder-Raibler het volgende:

„Eigenaardig is echter, dat in het gedeelte tusschen het Val Mora en het Val Stabina deze „Plattenkalke" niet of sterk gereduceerd voorkomen. Daar liggen de roode en groene banken van de Midden-Raibler dadelijk op de Boven-Esinokalk, die hier steeds ongelaagd is."

Dit ontbreken van de Onder-Raiblerplaatkalken zou eveneens veroorzaakt kunnen zijn door dezelfde bovengenoemde tektonische storingen.

Het valt dan ook te betwijfelen, of dit een normale stratigrafische grens is en we mogen haar dus als zoodanig niet vergelijken met de gelijksoortige Esino/Raiblergrens in het Beneden-Dezzodal en in het Valle dell'Ogna, die wel een normale grens is.

Ten slotte willen we nog een profiel (VII) bespreken, dat opgenomen werd tusschen Cogno (Val Camonica) en Ossimo in het gebied, dat momenteel bewerkt wordt door L. DORSMAN. Het is met zijn medeweten, dat wij deze gegevens publiceeren. Het meest treffend is de geringe dikte van het Esino + Onder- en Midden-Raiblercomplex, die tezamen nog geen 500 m bedraagt. Elders zijn deze series ± 1500 m dik. Doch behalve dit is ook de lithologische habitus een andere. Ongeveer 400 m van dit complex is als grofkorrelige dolomiet ontwikkeld, waarin van eenige afstand bezien geen grenzen meer te trekken zijn.

Een nader onderzoek maakt het wel mogelijk de Esino/Raiblergrens met eenige mate van waarschijnlijkheid te trekken. De grens Onder-Raibler/Midden-Raibler is echter niet meer aan te geven. In de Esino s. s. kunnen we ook

nog wel een kalksteen- en een dolomietgroep onderscheiden. Deze dolomieten zetten zich echter in de Raiblerperiode voort en zoo vinden we dan een pakket dolomieten, die in de hoogere niveau's wel wat kleurrijker worden, doch waarin geen grenshorizon is aan te wijzen. Hierop komen dan met een vrij scherpe grens geel-verweerende mergels en cellendolomieten, die we wel uit de Boven-Raibler in andere gebieden kennen en we dan ook zeker hiertoe mogen rekenen.

Voor een driedeeling der Raibler, zooals we die in het Westen tot dusver toepasten, is hier geen plaats meer.

Dit profiel heeft dus wel een geheel andere habitus en is gebonden aan de uiterste oostgrens der Bergamasker Alpen.

Samenvattend kunnen wij het volgende opmerken:

We kunnen in de Bergamasker Alpen drie verschillende wijzen van overgang vinden tusschen Esino en Raibler:

1. Het geheele Westen en Middendeel der Bergamasker Alpen bezit een langzame overgang van de zuivere witte tot leverkleurige kalken der Esino *zonder* mergels naar de zeer mergelige en zandige donkere kalken der Midden- en Boven-Raibler.
   Hierbij komt dan het plotseling optreden van eigenaardige oölitische structuren, de Raiblerstructuren, in duidelijke gelaagde kalken.
   Plaatselijk kan hierbij een roode verkleuring optreden.
   Soms komen dunne mergellaagjes voor en vinden we in deze kalken bivalvendoorsneden. Vroegere onderzoekers (DEECKE en PORRO) konden zelfs *Myophoria kefersteini* herkennen.
2. In het S.E. der Bergamasker Alpen is de overgang van Esino naar Raibler zeer plotseling. Immers op de ongelaagde lichtgrijze en witverweerende kalksteen rusten zonder eenige overgang direct donkere kalken en mergels.
3. Aan de oostgrens is de Esino veel dunner en is de geheele Raibler tot aan de Boven-Raibler in een dolomitische habitus ontwikkeld. Toch komen ook hier de Raiblerstructuren voor, zij het dan in beperkte mate en in enkele dunne bankjes. In dolomitische kalken zijn deze Raiblerstructuren vaak wel aanwezig, doch door de dolomitisatie aangetast en onduidelijk geworden.

De voorbeelden 2 en 3 zijn feitelijk uitzonderingen en vooral bij het tweede voorbeeld is de grens zeer duidelijk en biedt geen moeilijkheden. Ook in het derde voorbeeld is bij nauwkeurig onderzoek de grens wel vast te stellen. Om echter de grens in het Westen en in het midden der Bergamasker Alpen vast te stellen stuit men op groote moeilijkheden. Voor een oppervlakkige studie in het terrein zou het ongetwijfeld het eenvoudigst zijn, de grens te trekken, daar waar de eerste zwarte plaatkalken en mergels optreden, zooals COSIJN en HOFSTEENGE deden.

Indien we dan de termen Esino en Raibler zouden beschouwen als lithologische begrippen, zou hiertegen geen bezwaar zijn.

Onjuist is echter op deze wijze de grens te trekken tusschen het Ladinien en Carnien (HOFSTEENGE), omdat op vele plaatsen in de Bergamasker Alpen onder deze grens nog fossielen gevonden werden, die we wel uit het Carnien kennen, maar niet uit de Esinokalken van het Ladinien. Deze fossielen konden slechts in enkele gevallen gedetermineerd worden, want meestal komen zij slechts voor in de vorm van bivalvendoorsneden. Op grond hiervan zou

men op eenige plaatsen in de Bergamasker Alpen de Ladinien/Carniengrens op 100—200 m onder de zwarte kalken en mergels vallen. Dit zou b.v. ook bij het Valle Brembana (HOFSTEENGE) het geval zijn.

Daar de vondsten van fossielen over het algemeen schaarsch zijn, verdient een grens, op lithologische grondslag getrokken, de voorkeur boven een stratigrafische grens. Omdat echter de begrippen Esino en Raibler van oudsher ook een stratigrafische beteekenis hadden, zijn wij van meening, dat de op lithologische grondslag getrokken grens niet ver van de zuivere stratigrafische af mag liggen. Daarom zouden wij de Raibler niet willen laten beginnen bij de zwarte kalken en mergels.

We dienen dus een andere, lithologisch duidelijk herkenbare horizon aan te wijzen, die als grens zou kunnen dienen.

Wij zouden daarom willen voorstellen de grens tusschen Esino en Raibler daar te trekken, waar de eerste Raiblerstructuren gevonden worden (zie p. 124).

Indien wé de grens op deze wijze trekken, valt het niet moeilijk de kaarten van oudere onderzoekers te verbeteren.

TRÜMPY trekt de grens op vrijwel dezelfde plaats en deze kaart behoeven we dan ook niet te wijzigen.

In de kaarten van COSIJN en HOFSTEENGE zouden wij de grens Esino/Metallifero willen aannemen als de grens Esino/Raibler. Alleen dient hierbij opgemerkt te worden, dat wij de Calcare rosso eveneens rekenen tot de Raibler wegens het voorkomen van de bovengenoemde Raiblerstructuren.

Dit zou dus de grens feitelijk 10—20 m lager leggen dan de Esino/Metalliferogrens, doch dit kan op een kaart 1:25000 verwaarloosd worden.

De grens ligt in de gebieden, door SWOLFS bewerkt, op de meeste plaatsen wel juist, doch onder de Baita del Fop zouden wij haar ± 30 m lager leggen, terwijl ook op de plaatsen, waar de grens met een streep-puntlijn op de kaart is aangegeven, de grens over het algemeen een 25—40 m lager ligt.

IV. DE RAIBLERSTRUCTUREN.

Zooals reeds uit het voorgaande blijkt, beschouwen wij deze structuren als het eenige, algemeen optredende, typische kenmerk voor de Esino/Raiblergrens.

Bij de beschrijving zullen wij drie hoofdfactoren ter herkenning afzonderlijk bespreken n.l.:

a. Het verweerd oppervlak.

a. het verweerd oppervlak van kalksteenen met Raiblerstructuren;
b. Raiblerstructuren op versche breuk of gepolijst vlak;
c. mikroskopische kenmerken.

Kalksteenen met Raiblerstructuren zijn veelal op een afstand van een tiental meters reeds te herkennen aan de fijnere gelaagdheid op het verweerde vlak (zie fig. 3). Komen we dichterbij, dan zien we, dat de egale witte verweeringskleur van zuivere Esinokalk onderbroken is door vele donkere vlekken, bestaande uit kristallijne calciet, zoodat het gesteente soms een breccieuse, soms een oölitische indruk geeft.

Het oppervlak is grof en zeer onregelmatig. De donkere calcietsnoertjes bieden meer weerstand aan de verweering en steken uit (zie fig. 4). De verweeringskleur is wit, witgeel tot geelbruin al naar gelang van een grootere mergelige verontreiniging.

Meestal blijven dergelijke Raiblerstructuren beperkt tot bankjes van eenige meters dikte en worden afgewisseld met homogene leverkleurige tot lichtgrijze kalken, die een witte tot grijsblauwe verweeringskleur hebben.

Veelal is door uitprepareeren der hardere laagjes ten gevolge van erosie een fijne gelaagdheid zichtbaar. Is dit niet het geval, dan valt oogenblikkelijk de eigenaardige bolle vorm van het verweerde vlak van zoo'n bankje op. . .

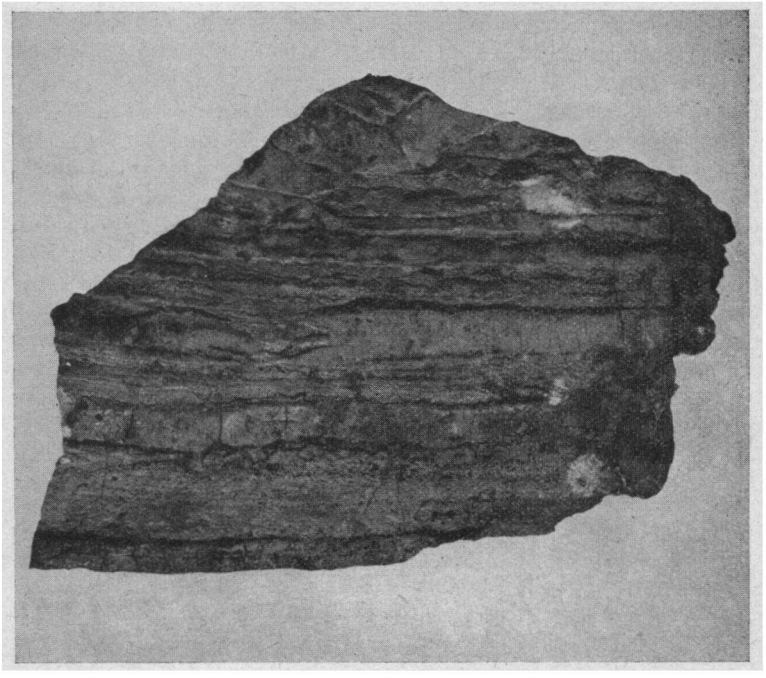


Fig. 3.

d. **Raiblerstructuren op versche breuk of gepolijst vlak.**

Indien we van de kalk een stukje afslaan en dit bevochtigen, dan zien we hoe het gesteente opgebouwd is uit strengen wit tot gele kalk, die aaneengekit zijn door calciet. Soms zitten tusschen deze strengen plotseling eenige oölieten. Op gepolijst vlak zien we nu hetzelfde verschijnsel.

In dit gepolijste handstuk van fig. 5 zien we zeer duidelijk de kronkelende strengen van witte kalksteen ongeveer in de richting der gelaagdheid loopen. De calciet ertusschen is zeker van secundairen oorsprong, getuige het aaneengesloten calcietlaagje onder het witte bankje. Eerst werden de kalksteenstrengen gevormd en later kristalliseerde de $CaCO_3$ in de opengebleven ruimten uit. Dit witte bankje is een lens in de kalkbank van dezelfde witte kalksteen als de strengen in het overige deel van het gesteente.

In het terrein is bij dit onderzoek de loupe onontbeerlijk.

c. **Mikroskopische kenmerken.**

Bij het vervaardigen van slijpplaatjes moet een zoo dun mogelijke doorsnede verkregen worden, waarbij op het laatst het plaatje nog bewerkt dient te worden met zoutzuur. Slechts dan zal het lukken om een zoodanige doorsnede te krijgen, dat de structuur duidelijk zichtbaar is en voldoende licht doorlaat.

Hierbij komen we dan tot verrassende resultaten:

De witte kalksteenstrengen blijken opgebouwd te zijn uit zeer kleine opake bolletjes van kalk (zie fig. 6 en 8).

Soms komen hierin kleinere tot grootere, min of meer fraaie oölieten voor (zie fig. 7).

Het meerendeel der bolletjes is echter structuurloos en vertoont dus niet de concentrische of radiaire structuren, die typisch zijn voor de echte oöliet, zooals CAYEUX die beschrijft in zijn standaardwerk „Les roches sédimentaire de France". Roches Carbonatées blz. 267—271, fig. 47, 60, 69.

CAYEUX geeft 4 ontstaanswijzen aan:

1. dynamische oorzaak.

Fijne stukjes kalk worden zoodanig langs elkaar gewreven, dat bolletjes ontstaan (een conglomeraat).

Deze wijze van ontstaan is niet geheel en al onmogelijk, daar in dezelfde horizon ook een breccie werd gevonden, bestaande uit hoekige componenten van een zelfde opake kalk in een matrix van kristallijne calciet. Hierin kwamen echter ook grootere stukken kalk voor met Raiblerstructuren en die vonden we in de kalk met Raiblerstructuren zelf niet.

2. de pseudo-oöliet ontstaat door rekristallisatie van een echte oöliet, waardoor de concentrische structuur verdwijnt.

Wij gelooven, dat deze mogelijkheid niet geldt voor de pseudo-oöliet van de kalksteen met Raiblerstructuren, daar weinig dolomiet voorkomt.

3. Pseudo-oöliet ontstaat bij kristallisatie van een kalkmodder door differentiatie in situ; hierbij ontstaan ronde en hoekige componenten van opake kalk in een matrix van kristallijne kalk.

Deze ontstaanswijze lijkt ons slechts in beperkte mate van toepassing op ons geval, daar in de echte kalksteen met Raiblerstructuren geen hoekige componenten voorkomen.

En als we tenslotte een breccie vinden met hoekige componenten van dezelfde opake kalksteen, dan blijkt dat een echte breccie te zijn, waarbij de componenten door verbrijzeling zijn ontstaan en geen pseudo-breccie.

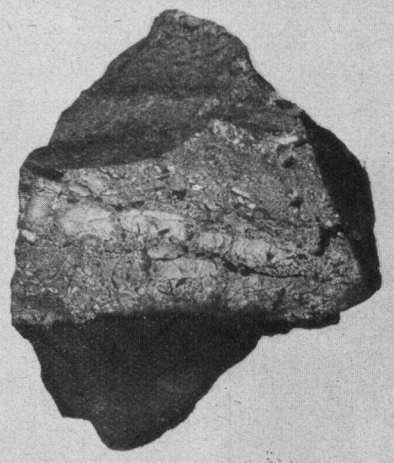
4. Pseudo-oölieten zouden ontstaan door organische oorzaak.

VAUGHAN (1914, 1924) deed proeven met een kalkmodder uit de buurten van de Bahama-eilanden en Florida en constateerde, dat na verloop van eenigen tijd de kalkmodder zich verdicht tot bolletjes in den vorm van pseudo-oölieten. De mogelijkheid van ontstaan met behulp van Bacterium calcis werd vermoed, doch niet bewezen.

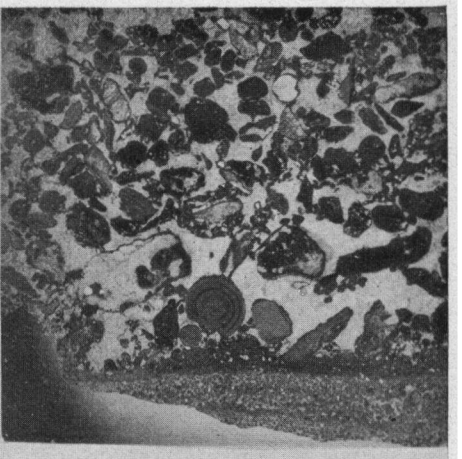
Hoe we dus de structuren, zooals wij die vonden, moeten verklaren, valt moeilijk te zeggen.

Duidelijk is echter, dat de Raiblerstructuren veroorzaakt worden door pseudo-oölieten.

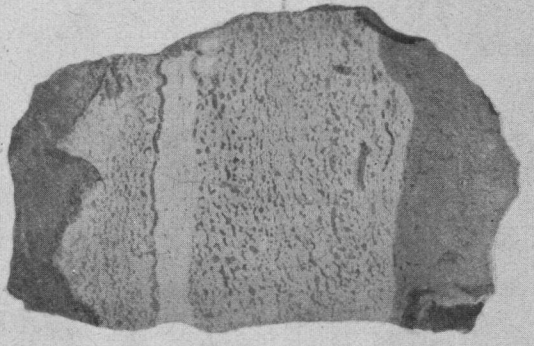
Hierdoor staat wel vast, dat de echte Raiblerstructuren geen algen zijn of aanverwante organismen.



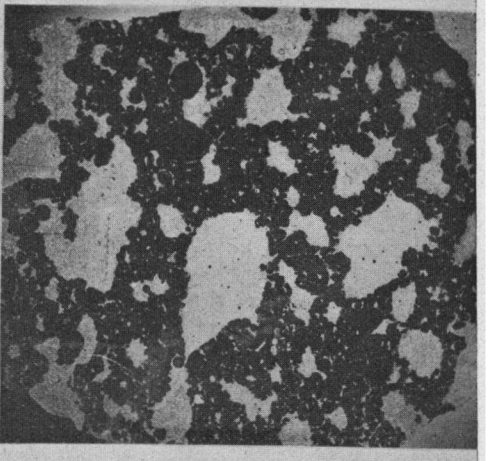
4



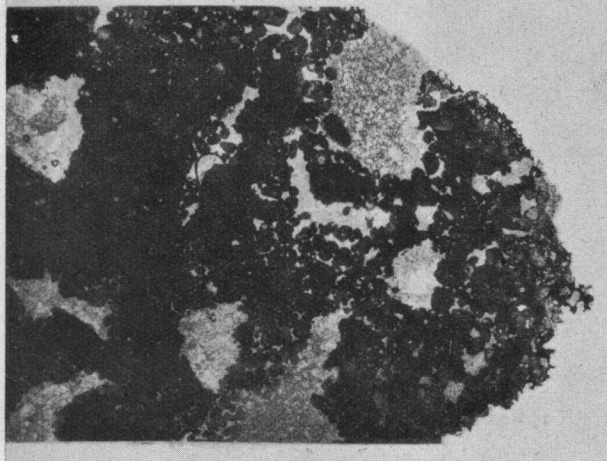
7



5



8



6

Dat het ontstaan geheel anorganisch is kan niet beweerd worden, vóór ook de werking van bacteriën uitgeschakeld is.

Hierbij moet opgemerkt worden, dat deze Raiblerstructuren altijd vergezeld worden van oölieten, hetzij in den vorm van enkelingen, verspreid door de kalk, of in den vorm van breccies van oölieten, zooals RAASVELDT (1939) in fig. 4 laat zien. Soms komen dunne laagjes voor van een breccie, die echter niet makroskopisch als zoodanig te herkennen is.

V. DE ERTSEN VAN DE ONDER-RAIBLER.

Voor het mineragrafisch onderzoek verwijzen wij naar de publicatie van HOFSTEENGE (1934).

Uit het voorgaande is gebleken, dat wij de ertsvoerende gesteenten uit deze horizon tot de Onder-Raibler rekenen en niet tot de Boven-Esino.

Hiermede is dan tevens eenheid gebracht in het voorkomen van deze ertsen door de geheele Bergamasker Alpen en valt de tijd der verertsing in deze streek overal in de Onder-Raibler.

Voor het grootste deel komen deze ertsen voor in de Esino-achtige kalken der Onder-Raibler.

Indien echter de Onder-Raibler niet in de normale kalkhabitus ontwikkeld is, dus b.v. door zwarte kalken en mergels of zandige schalies vertegenwoordigd wordt, dan vinden we de ertsen eveneens in deze horizon. Dit is het geval op sommige plaatsen bij Oneta (Valle Seriana), in het zuidelijk deel van het Val Dezzo en in het Valle dell'Ogna ten N. van Lovere.

Deze groote horizontale verspreiding der ertsen in eenzelfde tijdperk verleent dit ertsvoorkomen een sterk stratigrafisch karakter, waardoor een syngenetisch ontstaan zeer waarschijnlijk mag geacht worden.

Indien deze verertsing later b.v. in het Tertiair (zie HOFSTEENGE) zou hebben plaats gevonden, kan zij alleen over een zoo groote afstand in één horizon voorkomen, indien die horizon bijzonder gunstige condities voor verertsing bezit.

Zooals hierboven werd opgemerkt is de verertsing echter niet aan één bepaalde gesteentehabitus verbonden, doch aan één stratigrafisch niveau, onafhankelijk van de lithologische samenstelling van dit niveau.

Het ligt voor de hand een verertsingsperiode met vulkanische werkzaamheid verbonden te denken. Er is in de Raibler inderdaad sprake van vulkanisme; dit blijkt uit het vinden van vele tuffen en ook eenige profiergangen (oa.. bij Oltre il Colle).

Deze meening is reeds door TROMP in 1932 naar voren gebracht.

LITERATUURLIJST.

CAYEUX, L. Les Roches Sédimentaires de France. Roches Carbonatées, 1935.

COSIJN, J. De Geologie van de Valle di Olmo al Brembo, 1928. L. G. M., Deel II.

DEECKE, W. Beitrage zur Kenntnis der Raibler Schichten in den Lombardischen Alpen. N. Jahrb. f. Min. usw., Bd. 3, pg. 429—521. Stuttgart 1885.

HOFSTEENGE, G. L. La Géologie de la Vallée du Brembo et de ses Affluents entre Lenna et San Pellegrino. L. G. M., Deel IV, 1931.

—— Mineragrafisch onderzoek der Loodzinkertsen uit de Bergamasker Alpen. L. G. M., Deel VI, 1934.

KROL, G. L. De Geologie van het Valle di Scalve en het Valle Nembo. L. G. M., Deel XI, 1939.
PORRO, C. Alpi Bergamasche Carta geologica rilevata dal 1895—1901 con „Sezioni geologiche e Note illustrative''. Milano, 1903.
RAASVELDT, H. C. De Geologie van het gebied tusschen de Brembo en de Serio, noordelijk van de bergkam Monte Menna—Pizzo Arera. L. G. M., Deel XI, 1939.
SWOLFS, H. C. A. De Geologie van het westelijk deel van de Presolana-groep. L. G. M., Deel X, 1938.
—— Verslag bij de Geologische kaart van de Bergkam Mte Secco—Pizzo Arera en van het stroomgebied van de Torrente Riso (Vle Seriana). L. G. M., Deel X, 1938.
TROMP, S. W. La Géologie du Val del Bitto et la tectonique des Alpes Lombardes. L. G. M., Deel IV, 1932.
TRÜMPY, E. Beitrage zur Geologie der Grignagruppe am Comersee (Lombardei). Ecl. Helv. V,ol. 23, 1930.
VAUGHAN, TH. W. Preliminary Remarks on the Geology of the Bahamas with special Reference to the Origin of the Bahaman and Floridan Oölits. Publ. no. 182, Carnegie Inst. of Washington, 1914.
—— Oceanography and its Relations to other earth Sciences. Journal Washington Ac. Sc. vol. 14, 1924.
VISSER, W. A. Die Geologie der westlichen und südlichen Abhänge des Pizzo della Presolana und des Monte Ferrante. L. G. M., Deel IX, 1937.
WENNEKERS, J. H. L. De Geologie van het Val Brembo di Foppolo en de Valle di Carisole. L. G. M., Deel III, 1930.

I. Profiel Val Calolden. (TRÜMPY).

Boven.	dikte in meters	
Mergels en kalken, geelbruin-verweerende notenkalken		Midden-Raibler
Donkergrijs tot blauwgrijs, kalken en dunne mergels, veel Raiblerstructuren, erts	70	
Dungebankte grijze kalken, veel Raiblerstructuren	40	
Dungebankte kalken (10—40 cm), dolomietbankjes, fijne gelaagdheid waarneembaar, Raiblerstructuren	25	
Kalken en dolomieten, dolomiet overheerscht, Raiblerstructuren treden op	55	
Totaal	190	Onder-Raibler
Afwisselend witte tot geelgrijze kalken en dolomieten met fijnere gelaagdheid	45	Esino
Gelaagde compacte kalken, bankdikte 50—500 cm enkele dolomietbanken (van 3 m bankdikte) fijne gelaagdheid op verweerend oppervlak	110	
Donkergrijze compacte kalken met fijne gelaagdheid op verweerd oppervlak overgaand in lichtgrijze compacte Esinokalken	150	
Lichtgrijze als poedersuiker verweerende dolomiet, zacht gesteente, ongelaagd	100	
Donkergrijze grofkristallijne dolomiet (in banken van 50 m) en witte compacte kalken	140	
Duidelijk gelaagde wit-verweerende witte kalken	50	
Lichtgrijze tot leverkleurige kalken, vrijwel ongelaagd	170	
Zachte donkergrijze grofkristallijne dolomiet, sterk verweerend	20	
Ongelaagde lichtgrijze dolomiet met donkere aders	60	

Boven.	dikte in meters	
Ongelaagde lichtgrijze compacte kalksteen	45	
± 350 m kalksteen van Esinotype met weinig dolomieten (vgl. TRÜMPY)	350	
Totaal	1240	Esino

Valsecca

II. Profiel Val Brembana.

Roode schalies en mergels, zwarte tot donkergrijze kalken		Midden-Raibler
Kalken met bivalvendoorsneden, lichtgrijze tot donkergrijze kalk, dunne kleischalies (2—3 cm), oölithische kalken en Raiblerstructuren, erts	150	
Lichtgrijze tot vleeschkleurige compacte kalken met dunne (1 cm) schalies ertusschen, geregeld keeren mergelige kalken met Raiblerstructuren terug, fluoriet en zinkblende in dunne snoeren	100	
Een dikgebankt complex zandige en mergelige kalken met fraaie Raiblerstructuren	10	
Geel, grijs tot blauwe kalksteenbankjes, zeer fraaie Raiblerstructuren	14	
Eenige zeer dunne roode breccieuse laagjes en daartusschen roodgestreepte kalkbankjes (calcare rosso) ...	1	
Totaal	275	Onder-Raibler
Dikke ongelaagde kalksteenbanken met bruinverweerende dolomietsnoeren, kiezelkalken, gelaagdheid op verweerd vlak zichtbaar, bovendien echter ook op versche breuk. Evinospongien komen veelvuldig voor...	200	Esino
Zachte, als poedersuiker verweerende, witglinsterende dolomiet, zacht en gemakkelijk verweerend. Resten van algen en breccies met organisch materiaal	180	
Lichtgrijze compacte kalksteen met een enkele dolomiethorizon	300	
Ongelaagd dolomietpakket met enkele zandige tusschenlaagjes waarin gastropoden	70	
Afwisselend dun- en dikgebankte kalken met veel gastropoden en een enkele dolomietbank	90	
Witverweerende zeer dikgebankte (4—10 cm) kalksteenen, soms oölithisch, een fijne gelaagdheid op verweerd vlak soms zichtbaar	250	
Totaal	1090	Esino

Valsecca

III. Profiel Valle Nossana, Valle Seriana.

Boven.	dikte in meters	
Zandige mergels en zwarte kalken, fossielrijke horizon.		Midden-Raibler
Goedgelaagde grijsblauwe kalken (bankdikte 10—50 cm), geelverweerend, soms eenige fijne schalies in alle kleuren, Esino-achtige habitus	25	

Boven.	dikte in meters	
Donkergrijze grove geelverweerende harde kalken met zeer fraaie Raiblerstructuren	6	
Slechtgelaagde oölithische kalken met donkere banden en ertsinjecties	50	
Dungelaagde geel-verweerende kalken met Raiblerstructuren en op versche breuk een fijne gelaagdheid met gele strepen	20	
Lichtgele tot witte dikgebankte kalken van Esinotype	32	
Geelbruin-verweerende kalken met Raiblerstructuren	1	
Zuiver lichtgrijze compacte kalk van Esinotype	6	
Geel-verweerende oölithische kalk en Raiblerstructuren	0.20	
Totaal	140	Onder-Raibler
Dikke banken (4 m) lichtgrijze, wit-verweerende compacte dolomiet	10	Esino
Kalksteenbanken in dunne lagen	10	
Als poedersuiker verweerende dolomiet, wit tot gelig verweerend met veel resten van algen (diplopora)	100	
Lichtgrijze kalken en dolomieten (wit verweerend)	20	
Lichtgrijze Esinokalken (20—70 cm), goedgelaagd, veel diplopora	80	
Grofkorrelige geelbruin-verweerende dolomiet, soms in dunne platen	20	
Goedgelaagde witte Esinokalken met diploporen en evinospongiën, enkele dunne geelbruin-verweerende dolomieten	70	
Afwisselend ongelaagde dolomitische kalken (10 m) en lichtgrijze Esinokalken (bankdikte 2 m)	70	
Goedgelaagde Esinokalken (bankdikte 50 cm)	200	
Hieronder nog ± 300 m leverkleurige en lichte compacte kalken met onderin de grens met de Valsecca een dolomietpakket donkergrijs van kleur	250	
Totaal	830	Esino

Valsecca

IV. Profiel Valle Fontagnone, Valle Seriana.

Geelbruin sterk zandige paars-roode schalies, blauwgrijze kalken, fossielen		Midden-Raibler
Blauwgrijze dungebankte compacte kalken en lichtgrijze kalken, dunne schalies, erts in een dikke bank (± 4 m), Esino-achtige banken	42	
Dungebankte goedgelaagde lichte tot donkergrijze kalken met gelige Raiblerstructuren en blauwgrijze verweeringskleur, fijne gelaagdheid op versch breukvlak, zeer dunne schalies (1—8 cm)	± 30	
Dungebankte lichte dolomitische kalken (10—20 cm) met fraaie Raiblerstructuren	10	
Gelaagde lichte kalken in banken van 40 cm met onduidelijke Raiblerstructuren	4	
Totaal	86	Onder-Raibler

Boven.	dikte in meters	
Ongelaagde bank witte Esinokalk	8	Esino
Goedgelaagde lichtgrijze kalken in banken van ± 1—2 m met bruingeel verweerende dolomietlenzen	18	
Lichtgrijze oölithische kalken, gelaagdheid ook op versche breuk	15	
Kalken en dolomieten met diploporen, fijne gelaagdheid op verweerd vlak	30	
Gelig verweerende dikke dolomietbanken, flauwe oölithische structuren, veel calcietsnoeren en lenzen	12	
Ongelaagde dikke dolomietbanken	36	
Totaal	111	Esino

Valsecca

V. Profiel in het S. deel van het Valle Fontagnone ten N. van Parre (Valle Seriana).

Zwarte knobbelkalken en kleischalies, fossielen		Midden-Raibler
Donkerblauwe tot lichtgrijze kalken met een donkerblauwe verweeringskleur, enkele dunne mergels komen voor	10—12	
Dungebankte mergelige kalken met fraaie Raiblerstructuren, enkele dikkere (1 m) banken van donkergrijze compacte kalken komen voor	20	
Harde leverkleurige, Esino-achtige kalken, goedgelaagde geel-verweerende bankjes komen voor, weinig Raiblerstructuur, erts in lenzen	19	
Dunne plaatkalken geel-verweerend met Raiblerstructuren	4	
Dikgebankte (4 m) Esino-achtige kalken met dunnere geel-verweerende kalken waarin Raiblerstructuren	20	
Geel-verweerende mergelige kalken met Raiblerstructuren en hierop weer dungebankte heldergrijze compacte kalken met fijne gelaagdheid ook op versche breuk	24	
Totaal	99	Onder-Raibler

Dikgebankte compacte Esinokalken met fijne gelaagdheid op verweerd en op versch vlak zichtbaar	16	Esino
Gelaagde kalken in bankjes van 30—60 cm, soms geel verweerend	10	
Dikke bank ongelaagde Esinokalken	10	
Gelaagde leverkleurige heldere compacte Esinokalken (wit-verweerend)	3	
Geel-verweerende goedgelaagde krijze kalksteen	8	
Geel-verweerende zeer mergelige kalksteen met bruine schalies ertusschen	1	
Compacte oölithische kalk in bankjes van ± 20 cm	2.20	
Grofkristallijne donkergevlekte dolomiet met calcietinsluitsels, die op het verweerde vlak als grillige puntjes uitsteken	12	

Boven.	dikte in meters	
Ongelaagde compacte lichtgrijze tot leverkleurige kalksteen van de Esino.		

VI. Profiel bij de Ponte Nuovo (door SWOLFS opgenomen) Valle Seriana.

Zwarte dungelaagde kalksteenbanken en mergels of schalies met fossielen		Midden-Raibler
Grijze dungelaagde kalksteenbanken	6	
Lichtgrijze kalkbank met fijne gelaagdheid door mergellaagjes, soms fraai gegolfd tevens licht geïmpregneerd met mineralen	5	
Idem, echter met duidelijke mergellaagjes	5.50	
4—6 cm dikke donkergrijze harde mergelbankejs	0.20	
Lichtgrijze kalk met dunne geel-verweerende mergellaagjes, iets sterker geïmpregneerd met mineralen	4.40	
Idem, geringe afwisseling in kleur tusschen ± 3 m dikke banken	40	
0.60—1 m dikke banken van vooral donkergrijze kalksteen	20	
Groene kleisteen met in de onderste helft lichtgrijze kalkrolsteentjes	0.40	
Idem, insluitsels overheerschen	0.60	
Groene mergelschalies	0.05	
Breccie met lichte fragmenten in groene grondmassa	0.15	
Groene mergelschalies	0.30	
Paarsroode kleischalies	0.20	
Gele kalksteen waardoorheen een roode kleischalie gevlochten	1	
Roode, roodgevlekte en roodgestreepte lichte kalksteen en dieproode kleisteenbank	6	
Esino-achtige kalken met oölithische structuren (Raiblerstructuren)	6	
	Totaal 96	Onder-Raibler
Grofkorrelige Esinodolomiet.		Esino.
Heldere leverkleurige Esinokalken ± 750 m.		Valsecca

VII. Profiel tusschen Cogno en Ossimo in het Valle Camonica.

Mergelige kalken en schalies, geel-verweerende cellenkalken en zandige dolomiet		Boven-Raibler
Dungebankte veelkleurige kalken van lichtgrijze compacte tot donkerblauwe mergelige kalk, dunne dolomietbanken met Raiblerstructuren, dunne mergelige schalies, bivalvendoorsneden	175	
Dikke ongelaagde harde dolomietbank	4	

Boven.	dikte in meters	
Banken van 30—50 cm dikte van lichte en donkere Esino-achtige kalken en dolomitische, hier en daar oölitische structuren	40	
Grove zandig verweerende dolomiet in dikke banken met gelige mergelinslag, ook op versche breuk	35	
Donkere kalkbanken, 10—20 cm bankdikte met een mergelige breccieuse kalksteen van 25 cm dikte met gastropoden	2	
Dikke lichtgrijze dolomitische kalkbanken met fijne gelaagdheid en soms gele verweeringskleur, dunne mergelige kalken met Raiblerstructuren komen voor. Allereerste Raiblerteekens	20	
Totaal	276	Midden- en Onder-Raibler
Goedgelaagde wit-verweerende dolomitische kalken soms oölithisch	35	Esino
3—5 m dikke dolomietbanken, fijne gelaagdheid alléén op verweerd vlak	60	
Ongelaagde kalken en dolomiet met een zeer poreuse verweeringsoppervlak, wit-verweerend	45	
Zeer lichte dikgebankte (40—100 cm dik) kalksteenen	50	
Totaal	190	Esino Valsecca