

We bevinden ons nu op de oude route, die dwars door de Flimser bergstorting loopt en die landschappelijk zeer fraai is.

Na vanaf de afbuiging in Bonaduz 4 km over een rechte bosweg gereden te zijn, stoppen we bij een scherpe bocht naar links. Hier overzien we de insnijding in het bergstortingspuin van de Vorderrhein, die op deze plaats 170 meter beneden ons stroomt.

Na de Spitgtunnel, in Malm geboord, gepasseerd te zijn, stoppen we opnieuw, ditmaal bij de brug over de Rabiusa in de Versamer Tobel.

Zuidelijk van de oostzijde van de brug, dus aan die zijde waar we vandaan komen, treffen we een oölitisch kalkgesteente aan, dat tot de meest oostelijke uitlopers van het Gotthard-massief wordt gerekend. Het schalige, oölitische kalksediment is van Lias-ouderdom (Onder-Jura) en steekt uit de puinmassa van de Flimser bergstorting. (Overigens, in de nabijheid van deze stille weg zijn gemzen geen uitzondering).

Het bergstortingspuin is nog 2 km zuidelijker dan de brug over de Rabiusa het Safiental ingeperst, het Lias van het Gotthard-massief overdekkend.

Versam

Even verder ligt op een bergstortingsterras het dorp Versam. Vanhier leidt een kleine weg rechtsaf omlaag tot in de insnijdingskloof van de Vorderrhein. Deze plaats is per auto bereikbaar tot beneden aan de Vorderrhein bij het station van Versam. Hier kunnen we ons voorstellen hoe de rivier zich in het gigantische bergstortingsgebied heeft moeten insnijden en dit post-glaciale landschap heeft gevormd. We gaan terug naar het dorp Versam.

1,7 km verder ligt het gehucht Carrera. Ook voorbij deze plaats kan een indrukwekkend overzicht van het bizarre bergstortingslandschap worden verkregen.

De gesteenten langs de weg richting Valendas behoren weer tot het Mesozoïcum van het Gotthard-massief: kwartsieten, zandige kalken met crinoïdenresten, oölitische kalksteen. Na een kleine tunnel in het bergstortingsmateriaal bereiken we Valendas.

Tussen dit dorp en Ilanz biedt de route nog een interessante aanblik tegen de noordkant van het Vorderrheintal. Daar zien we nog de vlakke dalbodem van het prehistorische stuwwmeer, dat na de Flimser bergstorting ontstond en dat tientallen kilometers lang was.

Op excursie in de Zwitserse Alpen

door drs. N. Schelling

Inleiding

Een aantal geologisch interessante excursiepunten in de Zwitserse Alpen wordt hieronder omschreven. Hierbij wordt telkens een voor tektoniek of metamorfose typerende zone van het Alpiene orogeen bezocht.

Een goede geologische overzichtskaart is uiteraard van belang bij het leggen van verbanden tussen de plaatsen die bezocht zullen worden. Een goede keuze is dan de "Geologische Karte der Schweiz" op een schaal van 1:500.000, die is uitgegeven door de "Schweizerische Geologische Kommission" (1980). Bovendien zijn op sommige plaatsen brochures verkrijgbaar, waarin de regionale geologie wordt beschreven. Alle ontsluitingen zijn zonder al te veel moeite te bereiken per auto, kabelbaan of te voet. De excursie begint in het noordoosten van Zwitserland in het molassebekken (Punt H op het kaartje van pag. 55). Hiervandaan worden naar het zuiden gaande de Helvetische dekbladen van de Säntis en de Glarner Alpen beschreven (punten I en J). In het Penninische bereik geeft het profiel over de Simplonpas de opeenstapeling van de kristallijne dekbladen met hun dunne Mesozoïsche omhulling duidelijk weer (punt K) en in het gebied van Zermatt kunnen de voor oceanische korst typerende ofiolieten, zoals metamorfe basalten (prasiniet) en serpentinieten bezocht worden (punt L).

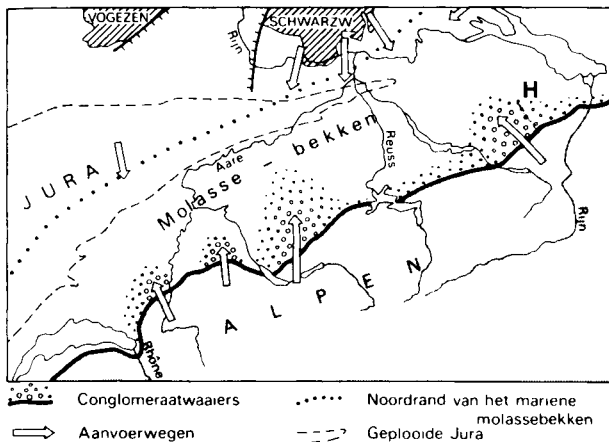
De molasse tussen Wattwil en Stein (punt H)

Afbraakmateriaal van de oprijzende Alpen werd vanaf het Oligoceen voor het gebergtefront afgezet. Voor een deel

werden deze sedimenten in ondiepe zeeën en voor een ander deel in meren en rivieren van het molassebekken neergelegd.

Op structurele gronden worden twee zones van molasse onderscheiden: 1. de noordelijke Mittelländische Molasse, die nauwelijks door de Alpiene deformatie werd beïnvloed, zodat de lagen nog vrijwel horizontaal liggen. 2. De zuidelijk hiervan gelegen Subalpine Molasse. Deze is niet alleen overschoven door de Helvetische dekbladen, maar is ook zelf over een afstand van zo'n 20 km naar het noorden verplaatst en daardoor verschuud en geplooid. Er wordt daarom soms zelfs gesproken van het "Molassedekblad".

De molasse omvat klastische gesteenten met een zeer uiteenlopende korrelgrootte en petrografie. Er zijn twee hoofdcycli van vergroving van het materiaal geweest. De Oligocene "Untermeeres-molasse" is zeer fijnkorrelig en gradeert naar de conglomeratische "Nagelfluh" van de "Untersüßwasser-molasse". In het Mioceen wordt een nieuwe cyclus ingeleid door de glauconietzanden van de "Obermeeres-molasse", die worden opgevolgd door de grove sedimenten van de "Obersüßwasser-molasse". De totale dikte van het pakket ligt rond de 7 km. Het materiaal waaruit de sedimenten zijn opgebouwd toont een grote verscheidenheid wat herkomst betreft en bestaat uit Mesozoïsche carbonaten en flysch, afkomstig van de Helvetische dekbladen, tot granitische en metamorfe gesteentefragmenten van het Hercynisch grondgebied. De Mittelländische Molasse is te zien langs weg no. 16 nabij Wattwil (ten ZW van St. Gallen), waar de molasse grotendeels uit "Nagelfluh" bestaat (afb. 1). Tussen Ebnat en Stein is de Subalpine Molasse ontsloten. Verder zuidelijk liggen de Helvetische dekbladen van het Säntisgebergte, die over de Subalpine Molasse zijn heengeschoven.



Afb. 1. Miocene conglomeraten afgezet als puinwaaers in het Molassebekken. De grootte van de kringetjes geeft globaal de grootte der rolstenen weer. De open pijlen zijn de voornaamste aanvoerwegen van de sedimenten. De aanvoerwegen komen niet overeen met de tegenwoordige uit de Alpen komende hoofd rivieren H: excursieroute. (Naar Cadisch, 1928, en anderen.)

Het Säntisgebergte (punt I)

Het Säntisgebergte is een keten van 30 km lengte en 6 km breedte in het noordoosten van Zwitserland. Het is een onderdeel van de frontale zone van de Helvetiden, en wel van het Säntis-Drusbergdekblad. In tegenstelling tot de in het zuiden gelegen Penninische eenheden, die voor het grootste deel uit gereactiveerde Paleozoïsche gesteenten

bestaan, omvatten de Helvetische dekbladen vooral Mesozoïsch materiaal en geen Hercynisch kristallijn. Men veronderstelt, dat de dekbladen van het Helveticum afkomstig zijn uit een sedimentatiebekken dat tussen het Aar- en het Gotthard-massief in gelegen moet hebben. Tijdens de latere fasen van Alpiene orogenese in het Tertiair hebben de dekbladen zich in noordelijke richting verplaatst, waarbij de twee massieven tegen elkaar aangedrukt werd. Voor een deel zijn de dekbladen over de door hen zelf geproduceerde molasse heen geschoven, zoals het geval is in de Säntiszone.

Struktureel bestaat de Säntis uit hoge bergkammen met zeer dichte plooien en verschuivingen met noordelijk tektonisch transport.

Stratigrafisch omvat het gebergte gesteenten van het Onder- tot het Boven-Krijt, bestaande uit kalken, mergels en zandsteen, die in een ondiepe zee gevormd zijn. De stratigrafie is afgebeeld in afb. 2.

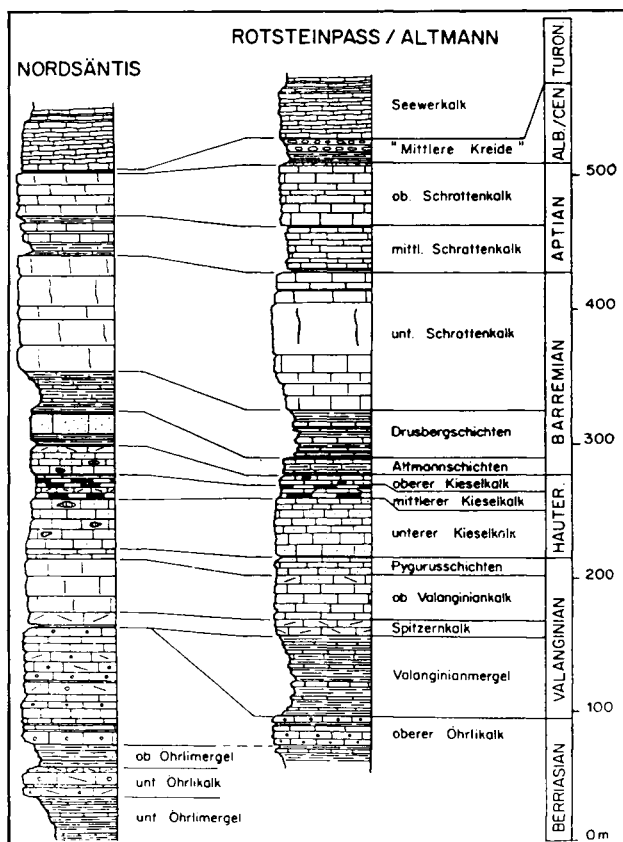
In het zuiden eindigt het Säntisgebergte aan de noordelijke oever van de Walensee in het schitterende profiel van de Churfirten. Dit is te bezichtigen vanaf Murg, dat is gelegen aan de zuidelijke oever van het meer.

ROUTEBSCHRIJVING

Er lopen vele geologische wandelroutes door het Säntisgebergte. Afb. 3 en 4. Zeer de moeite waard is de tocht van Meglisalp naar Wildhaus over de Rotsteinpas.

Vanaf Meglisalp wandelen we in zuidelijke richting over Spitzigstein in de richting van de Rotsteinpas. Voor ons liggen de toppen van de Fälenturm en de Altman bestaande uit Schrattekalk. Vervolgens lopen we omhoog de

Afb. 2. Stratigrafie van het Säntisgebergte



Seewerkalk: lichtgrijze, soms ook gelige of roodachtige dichte kalksteen met onregelmatige donkere kleihuidjes. Golvende laagvlakken. De top is vaak mergelig. Dikte: 60-100 m.

Gault: Deze gesteenten zijn meestal begroeid en bestaan uit donkergrijsgroene tot bijna zwarte zandsteen, plaatselijk rijk aan fossielen van gastropoda en bivalvia.

Schrattenkalk: Licht- tot blauwgrijze korrelige kalksteen. De meeste steile wanden zijn uit dit gesteente opgebouwd. De onderste helft van deze formatie bestaat uit dikbankige kalken, terwijl het hogere deel dunner gebankt is. De dikte loopt van 100 tot 150 m.

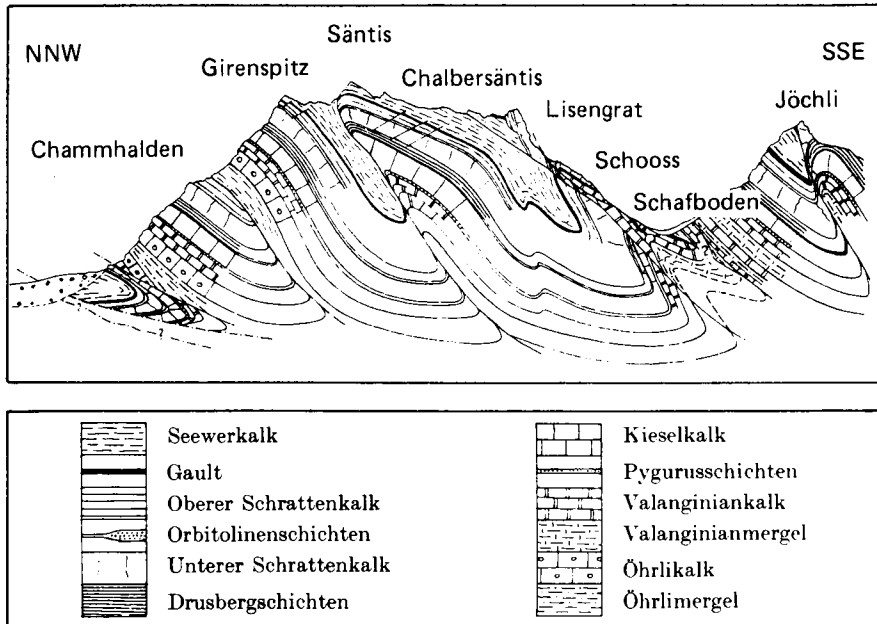
Drusbergschichten: Een afwisseling van bruingrijze zandige mergels en donkergrijze kalken. De dikte van de banken loopt van 10 tot 30 cm. Het gesteente heeft vaak een bruine verweringskorst en is vaak begroeid. Dikte: 40 m.

Kieselkalk: Zeer donkere, groengrijze kiezelkalk met donkerbruine en wit gevlekte verweringsoppervlakken. Dikke verweringskorsten en begroeid. Dikte: 75 m.

Valanginienkalk: Aan de basis gelaagde muisgrijze kalksteen met donkerbruine verweringskleur. Daarboven donkergrijze kiezelige, slechtgelaagde kalksteen. Dikte: 20-25 m.

Valanginienmergel: Bruingrijze, fijnzandige mergels met tussenlagen van blauwgrijze kalksteen. De kalksteenlagen zijn sterk wisselend van dikte en bevatten grote oesterschalen. Dikte: 50-100 m.

Öhrlichschichten: Aan de basis donkere bruingrijze mergels met dunne okergele kalksteenlaagjes. Daarboven dikbankige Öhrlikalken. Naar de top graderen de Obere Öhrlikmergels naar de lichtgrijze verwerende Obere Öhrlikalken. Dikte: 100-150 m.



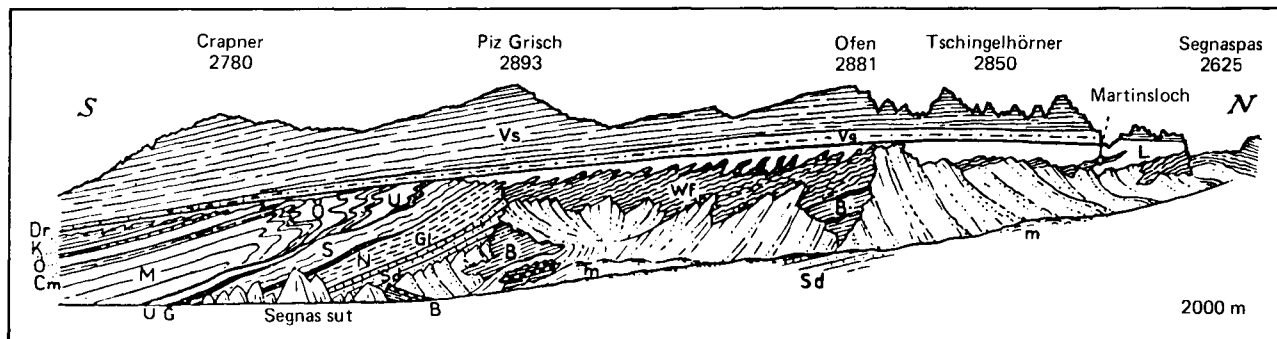
Afb. 3. Profiel door de Säntis.
Schaal 1:50.000 (naar R. Hantke).

kam op naar Horst en daarna over de Valanginienkalken naar het einde van de kam. Deze kalken vormen een onderdeel van een isoclinale plooi met Valanginienmergels en Öhrlikalken in de kern, die juist vóór en op de pas waar te nemen zijn. Op de voorgrond ligt de Lisengrat.

Vanaf de pas is in het westen de Säntisketen te zien met zijn voortzetting in de Glarner en de Berner Alpen. Vanaf de Rotsteinpas is het mogelijk via een niet ongevaarlijk bergpad de Lisengrat te beklimmen naar de Chalbersäntis en de Säntis, maar het is ook mogelijk de hoogste top van het gebergte te bereiken met de kabelbaan die vertrekt vanuit Schwägalp aan de westkant van de Säntis. Op de Lisengrat en langs het pad van de Chalbersäntis naar Schafboden kan de Krijtstratigrafie bestudeerd worden. Zeer opvallend zijn de glauconitische kalkzandsteenlagen

Afb. 4. In het Säntisgebergte. Uitzicht vanaf de 2500 m hoge Säntis naar het oosten. Foto: B. van Lubeck.





Afb. 5. Profielschets van de westzijde van het Segnasdal. Kwartair: m = morene.

Tertiair (vnl. Eoceen): WF = wildflysch; B = Blattengratleien (met nummulietenbank); Sd = Altdorferzandsteen en dachschiefer; Gl = globigerinenleien; N = nummulietenkalk.

Krijt: S = Seewerkalk; G = Gault; U = Schrattenkalk; Dr = Drusbergleien; K = kiezelkalk; Ö = Öhrli- en Balanginienkalk; Cm = zementsteinschichten.

Jura: M = Malm; L = Lochseitenkalk.

Perm: Vs = Verrucano: sericietleien; Vg = Verrucano: plagioklaasgneis.

van de kiezelkalk, waarin wrijfspiegels van hematiet voorkomen. Daarop volgen de Orbitolinenschichten en de Gault, waarin een condensatiehorizont voorkomt met fosforietknollen en allerlei fossielresten.

Daarna lopen we door de Seewerkalk naar de Chalbersäntis en dalen af naar Schafboden en Thurwies. Halverwege, bij Gerstein, ligt onder de morene van Langenbüel een dichtgeknepen synclinale. Over de Valanginienkalken dalen we verder af naar Thurwies en vervolgen het pad over de Gamplütalp in de richting van Wildhaus. Hiervandaan hebben we een prachtig uitzicht op de Wildhauser Schafberg, die een doorgebroken anticlinale laat zien en in aansluiting daarop een synclinale met een vrijwel volledige Krijtstratigrafie.

De Segnaspas in de Glarner Alpen (punt J)

Westwaarts reizend vanaf Chur in de richting van Andermatt over de weg no. 19 passeren we Ems en komen aan in Flims. Hier nemen we de kabelbaan, die ons zal leiden naar de bakermat van de dekbladtheorie: de Segnaspas. Hier treffen we boven elkaar aan: Eocene wildflysch, een dunne laag Lochseitenkalk en de Permische Verrucano. Ten noorden van de Segnaspas, aan de andere zijde van het Sernftdal, wordt dezelfde opeenvolging aangetroffen. Daarom veronderstelde men aanvankelijk twee grote, liggende plooiën, waarvan de een een zuidelijke en de andere een noordelijke vergentie had. Dit was de "Glarner Doppelfalte" van Albert Heim (1878). Later zag men in dat het verschijnsel ook te verklaren was door een grote overschuiving vanuit het zuiden aan te nemen. Hiermee was de dekbladtheorie geboren. Zie afb. 1, pag. 3, afb. 5, pag. 6 en afb. 5 bij dit artikel.

De Verrucano van deze plaat maakt deel uit van het Mürtschendekblad, het tweede uit de serie van vier Helvetische dekbladen in de Glarner Alpen.

Tijdens de tocht naar de Segnaspas wordt een deel van de Eocene stratigrafie van de Glarner Alpen doorlopen. Op deze tocht treffen we uitsluitend gesteenten in de Ultra-helvetische faciës aan: de Blattengratchichten en de wild-

flysch met grote blokken van allochtoon Mesozoïcum, zoals de Sardona-kwartsiet en de Seewerkalk. Tussen de wildflysch en de Verrucano van het Mürtschendekblad ligt een dunne laag Lochseitenkalk (Malm). Deze kalksteen vormt de uitgewaste tussenlaag, waarover het dekblad is afgegleden (afb. 5).

De Permische Verrucano tenslotte vormt de bergkam van de Tschingelhörner, waarvan de Segnaspas een onderdeel is. Het profiel aan de westkant van het Segnasdal is weergegeven in afb. 5. Op de pas zelf is het overschuivingsvlak ontsloten. We lopen het dal uit naar het zuiden en bereiken het kabelbaanstation waar we weer afdalen naar Flims.

Een geologische doorsteek over de Simplonpas tussen Brig en Domodossola (punt K)

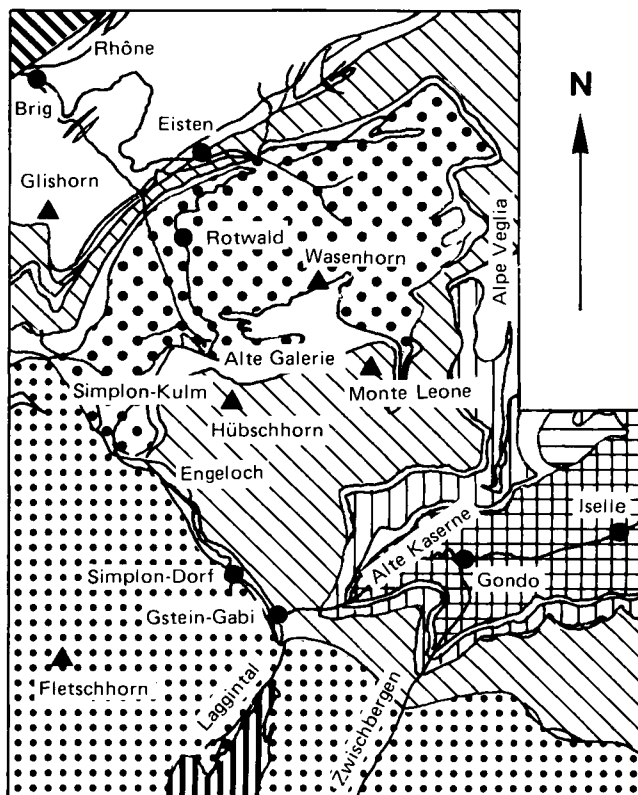
Een excursie over de Simplonpas is reeds lange tijd een traditionele geologische bijzonderheid. Deze route van 66 km lengte kan per auto worden afgelegd en voert ons door de kern van de Alpen. De reis begint bij Brig in het dal van de Rhône in het Mesozoïcum van het Gotthard-massief en in de Bündnerschiefer of schistes lustrés die behoren tot de frontale zone van de Penniden. Daarna worden de vier onderste Penninische dekbladen gepasseerd, die bestaan uit kristallijne kernen van het Hercynisch grondgebied met een omhulling van metamorfe Mesozoïsche gesteenten. Zie het geologisch-tektonische kaartje van afb. 6. Vanuit het noordwesten gezien worden na de frontale zone van Eisten steeds lagere "nappes" in de stapeling van dekbladen aangetroffen. De hoogste is de Berisaleenheid en daaronder liggen achtereenvolgens de dekbladen van Monte Leone, Lebendun en Antigorio. Behalve een goed tektonisch overzicht geeft het Simplonprofiel ook een inzicht in de Alpiene metamorfose.

Vanaf Brig reizen we eerst door de laagmetamorfe Bündnerschiefer en belanden vervolgens in hoger metamorfe gesteenten van de Penninische dekbladen. De Alpiene metamorfose wordt in het zuiden afgebroken door de zg. Insubrische lijn. Afb. 7 geeft een schetsmatig profiel van de geologische situatie langs de "Simplonstrasse".

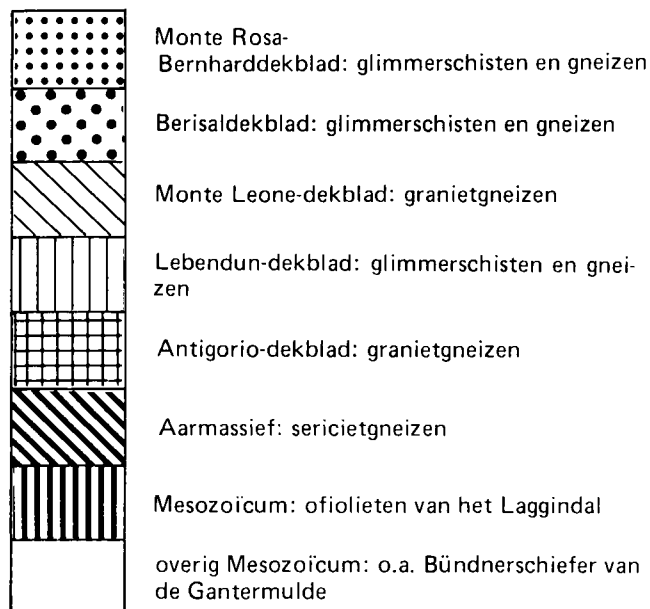
ROUTEBESCHRIJVING

1e stop: Napoleonbrücke (hoogte: 752 m)

Vanuit Brig rijden we in de richting van de Simplonpas. Na 1 km passeren we de rivier de Saltina en stoppen bij de Napoleonbrücke. Vanaf de brug zijn de zwarte leien van de Jurassische "Dachschiefer" te zien die behoren tot de Mesozoïsche bedekking van het Gotthard-massief. Vanaf de oostkant van de brug lopen we naar boven tot ongeveer 770 m hoogte en volgen het op dit niveau aanwezige afwateringskanaaltje. Na 100 m is er aan de overzijde van



Legenda

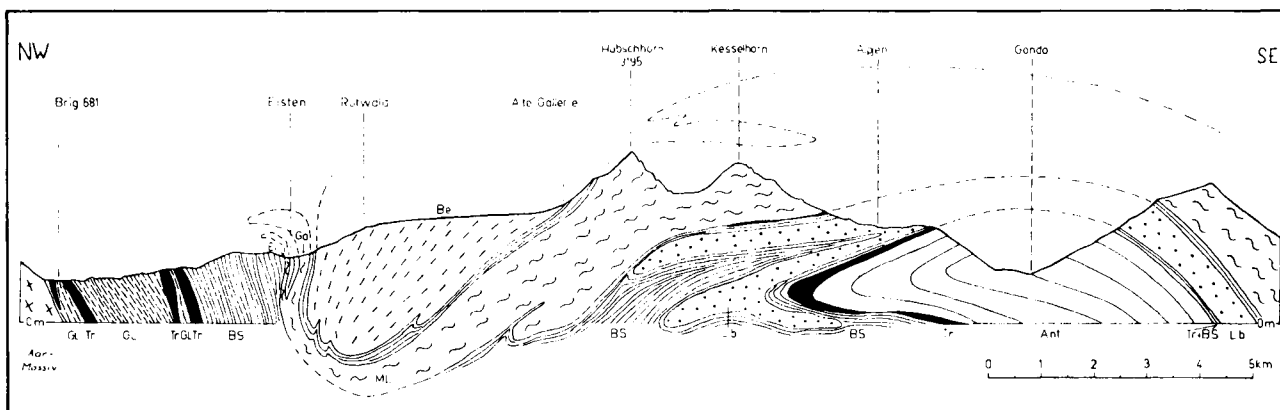


Afb. 6. Geologisch-tektonisch kaartje langs de Simplonweg, schaal 1:200.000 (naar C. Schmidt, H. Preiswerk en P. Bearth).

de kloof een afschuivingshorizont te zien, aangegeven door een kleine hoekdiscordantie van de leisploijting en een lichtgele band met een dikte van $\frac{1}{2}$ tot 1 m. Verder langs het kanaaltje komen we in een verwijding van de kloof bij een elektriciteitshuisje, waar gipslagen uit de Trias zijn ontsloten. 70 m ten noorden van het huisje en 30 m boven het pad zijn ingewikkelde tektonische contacten te zien tussen enerzijds de Triaslagen en de Dachschiefer en anderzijds de Penninische kalk-sericietfyllieten.

Afb. 7. Profiel langs de oostkant van de Simplonroute (naar Schmidt en Preiswerk)

GL: Lias, TR: Trias, BS: Bündnerschiefer, ML: Monte Leonedekblad, EI: Eistengneis, GA: Gantergneis, BE: Berisalgneizen, Lb: Lebendungneis, Ant: Antigoriogneis.



Aan de westkant van de kloof is te zien hoe de Bündnerschiefer over de gipslagen van de Trias zijn afgeschoven.

2e stop: Leisteengroeve

We vervolgen onze reis in de richting van de Simplonpas en stoppen $1\frac{1}{2}$ km na de Napoleonbrücke bij de bocht in de weg. 40 m verder langs de weg begint een pad dat naar een verlaten leisteengroeve leidt. De voorheen als dakbedekking ontgonnen sericietfyllieten behoren tot de Lias van het Gotthard-massief. Resten van belemnieten, ammonieten, crinoiden en gastropoden komen sporadisch in het gesteente voor. Vervolgens rijden we verder over Kwartaire moreneterrassen en bereiken het restaurant "Schallberg".

3e stop: Schallberg (H: 1316 m)

Vanaf dit punt hebben we een goed overzicht over het in het zuiden gelegen Simplongebied. Op deze plaats zijn de Bündnerschiefer aan het front van de Penninische dekbladen over elkaar heen geschoven. Het is een afwisseling van kalkige, mergelige en kleiige gesteenten, die tot kalkglimmerschisten gemetamorfoséerd zijn. Ze zijn geplooid en dooraderd met calciet en kwarts.



Afb. 8. Schets van de Erizhorn vanaf de Alp Ober-Nesseltal
1a. Eistengneis; 1b. Gantergneis; 2. Trias; 3. Bündnerschiefer; Hamers: magnetietafzetting (naar Streckeisen et al. 1963).

4e stop: Eisten, kilometerpaal 10 (H: 1383 m)

Ongeveer 2 km voorbij Eisten gaat de weg over de nieuwe, hoge Ganterbrücke. Voor Berisal is er een afslag naar de oude Simplonstrasse die door het steilstaande front van het Monte Leonedekblad loopt. Dit bestaat hier uit twee gneiscomplexen met granitische samenstelling: de 60 m dikke Eistengneis en de 450 m dikke Gantergneis. Zij worden van elkaar gescheiden door de "Eistenmulde", een syncline die bestaat uit Triasgesteenten en Bündnerschiefer.

Aan de westkant worden de Bündnerschiefer opgevolgd door een 25 m brede band van Triasgesteenten en door de alkaliveldspaatgneizen van de Eistengneis. Ten westen van het voetpad naar het dorp Eisten is een ontsluiting in de Bündnerschiefer, waarin verschubde gneislamellen voorkomen, terwijl aan de oostzijde Triasdolomiet (1 m dik) en vervolgens tweeglimmerfyllieten gevonden worden. 200 m ten oosten van de bushalte beginnen de typische gesteenten van de Gantergneis: tweeglimmer-alkaliveldspaatgneizen.

5e stop: Oude Ganterbrücke (H: 1405 m)

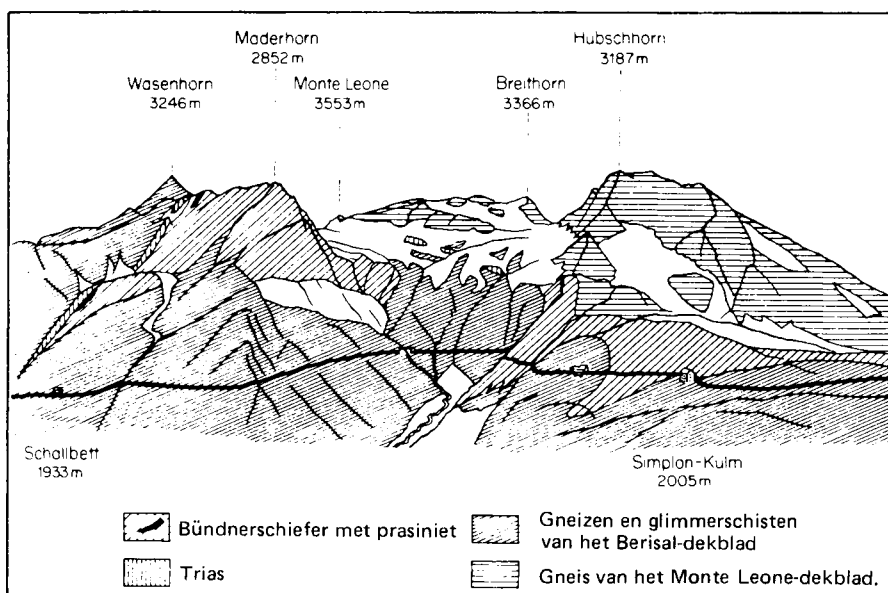
De volgende stop ligt bij de oude brug over de Ganterbach in het vroegere tracé van de Simplonweg. Aan het voetpad aan de noordzijde van de brug is een smalle zone van steil staande kalkstenen en kalk-glimmerschisten, die de Gantergneis van het zuidelijker gelegen Berisaldekblad scheidt. Indien de waterstand in de Schiessbach het toelaat kunnen we deze beek oversteken en 400 m ten oosten van de brug op een hoogte van 1485 m een 12 m brede lens van talkschisten in de Berisalnappe aantreffen. Vanaf de Ganterbrücke rijdend langs het dorpje Berisal naar Rothwald passeren we granaatgneizen, glimmerschisten en amfibolieten en ook de alkaliveldspaat- en ogengneizen van het Berisaldekblad.

6e stop: Bushalte Rothwald (km 18) (H: 1745)

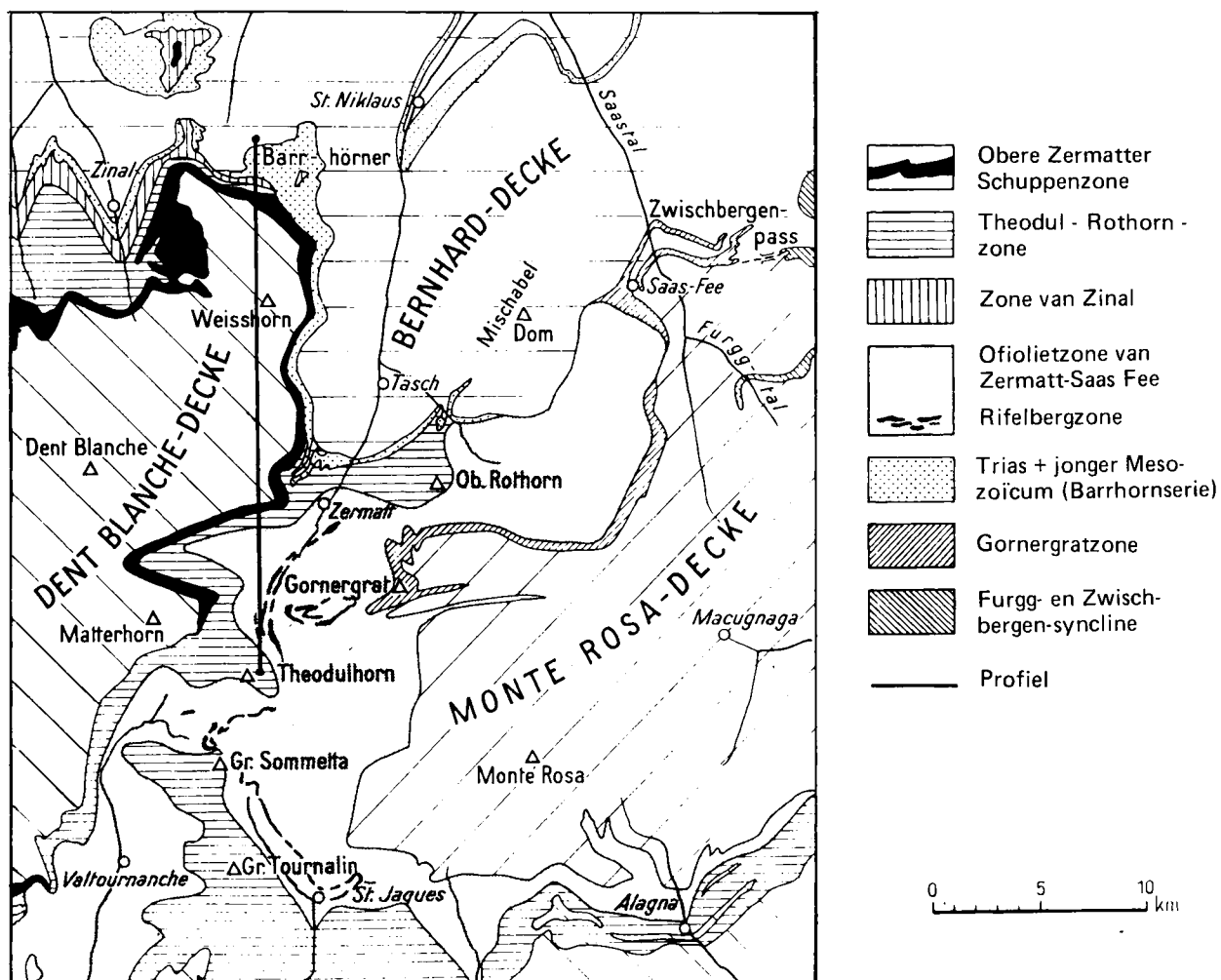
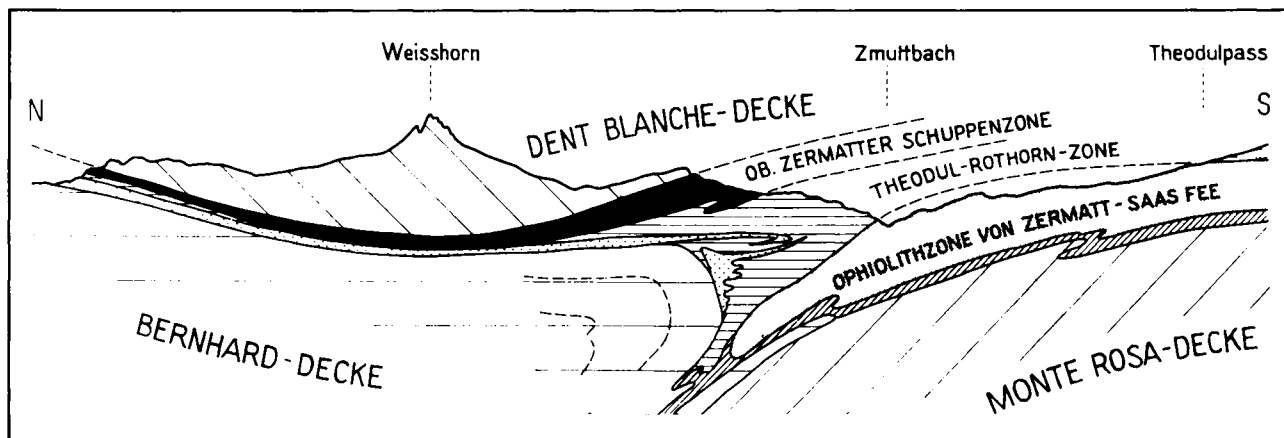
Vanaf deze plaats hebben we een goed uitzicht op de Erizhorn (afb. 8), die is opgebouwd uit de flauw hellende Gantergneis en daaronder liggende Bündnerschiefer. Lager op de helling liggen de Eistengneis en gesteenten van de Trias. Vanaf km 19,5 tot aan Kapfloch zijn orthogneizen langs de Simplonstrasse ontsloten en daarna volgen weer granaatgneizen en glimmerschisten met inschakelingen van amfibolieten. Vanaf de "Alte Galerie" rijden we door de Bündnerschiefer. We stoppen bij Hotel Belvedere en zien in het oosten de Mäderhorn, opgebouwd uit de Bündnerschiefer van de Gantermulde. Meer naar het zuiden kijkend liggen de toppen van de Breithorn en de Hübschhorn die beide uit gneizen van het Monte Leonedekblad bestaan.

7e stop: Voettocht naar de Spizhörnli (2726 m)

Een voettocht naar de westelijk van de Simplonstrasse gelegen Spizhörnli is zeker aan te bevelen. Er moet zo'n



Afb. 9. Gezicht vanaf Stalden, NW van Simplon-Kulm, naar het O, met dal en gletsjer van de Chaltwasser. Naar Schmidt en Preiswerk, 1908.



Afb. 10. Tektonische kaart en profiel van het Zermatt-gebied. (Naar P. Bearth, 1967)

uur of vijf voor worden uitgetrokken. De route loopt vanaf Kulm over het voetpad naar Höbschen en Wäng en vervolgens steeds noordelijker in de richting van de Spitzhörnli. Tot aan Wäng bestaat het terrein uit Berisalgneizen, orthogneizen en amfibolieten. In de rivierbedding ten zuiden van Wäng bevindt zich een sterk verschubde zone van mylonieten (sterk gebroken gesteenten uit breuk- of schuifzone), gemylonitiseerde conglomeraten,

Bündnerschiefer en ofiolieten.

De naar het noorden lopende bergkam, de Nanzgrat, bestaat in het zuidelijk deel uit Trias en Bündnerschiefer en verder noordelijk tot aan de Spitzhörnli uit de frontale ombuiging van de Gantergneis. Op de terugweg lopen we de Nanzgrat weer af naar het zuiden, waar na de Bündnerschiefer eerst ofiolieten en vervolgens grafietschisten, kwartsieten en conglomeraten ontsloten zijn. Deze gesteenten behoren tot de scheidszone van het Monte Leone- en het Bernharddeklad. Verder terug naar het zuidoosten over de Straffelgrat liggen de chloriet-sericiet-albietgneizen van het Bernharddeklad. Vervolgens dalen we weer af naar de Simplonpas. Onderweg zien we in het O het panorama van afb. 9.

8e stop: Hotel Simplonblick

We passeren de Simplonpas en rijden door de gneizen van het Berisaldekblad. Bij Hotel Simplonblick dalen we af naar het "Soldatendenkmal", waar biotietgneizen en gebande hoornblende-biotietgneizen van het Berisaldekblad te vinden zijn.

Vanhier zijn in het oosten de geplooidde Monte Leonegneizen van de Hübschhorn te zien en in het zuiden de Mischabelgneizen van de Fletschhorn, behorend tot het Bernharddekblad. Het kristallijn van het Bernharddekblad strekt zich uit tot aan de Straffelgrat ten westen van het monument. Zie ook afb. 9.

9e stop: Van Engiloch tot "Alte Kaserne"

Bij Engiloch, 200 m ten noordoosten van het restaurant, ligt de scheiding tussen de gneizen van het Berisaldekblad en het kristallijn van het Monte Leonedekblad in de vorm van een smalle zone van Bündnerschiefer en gemylonitiseerde gesteenten van de Berisalerie. Na het dorp ligt de weg in de muscoviet-(biotiet)gneizen van het Monte Leonedekblad. In de Gondokloof ten oosten van Gabi is een vrijwel volledig profiel ontsloten, waarin de opeenstapeling van de Monte Leone-, Lebendun- en Antigoriodekbladen fraai is te zien. Bij Gabi kruist de weg de Simplon-Centovallistoring: een breuk die de laagmetamorfe van de matigmetamorfe Penninische eenheden scheidt. Na dit dorp loopt de weg door de tweeglimmergneizen en biotietrijke ogengneizen met aplietgangen van het Monte Leonedekblad. Ruim een kilometer na het dorp ligt de scheidingszone van dit dekblad en het Lebendundekblad, die hier echter niet is ontsloten. Het kristallijn van de Lebenduneenheid bestaat uit tweeglimmergneizen, biotietgnei-

zen en granaatamfibolieten en houdt aan tot "Alte Kaserne". Daar zijn inschakelingen van muscoviet-biotietmarmers en dunne glimmerleien ontsloten. Bijzonder spectaculair is de witte marmerband in de bergwand schuin boven de "Alte Kaserne". Iets verder zijn bovendien ook nog kalkglimmerschisten en granaatfyllieten te zien. Deze gesteenten scheiden het Lebendundekblad van de Antigoriogneizen, die bestaan uit tweeglimmer-ogengneizen met aplitische aders, kwartslenzen en biotietrijke banden en vlekken.

10e stop: Vlak voor Nante

Bij Gondo bereiken we de Italiaanse grens. Daarna passeren we Iselle en de uitgang van de Simplontunnel. Vlak voor Nante worden de typische ogengneizen van Antigorio ontgonnen. Onder de horizontaal liggende gesteenten van dit dekblad liggen de Alpen metamorfe Triasgesteenten en granaatfyllieten van het Venster van Varzo, die zijn ontsloten bij het dorp Rosso aan de brug over de Cariasca. Vanaf Varzo zuidwaarts rijden we door de Antigoriogneizen in de richting van de "wortelzone" van de Penninische dekbladen: de nu nog horizontaal liggende gneizen gaan naar het zuiden toe steeds steiler staan.

11e stop: nabij Campeggia

Bij Campeggia bevinden we ons reeds in de "wortelzone" van het Lebendundekblad. In het noorden liggen nu de Antigoriogneizen en in het zuiden de "wortel" van het Monte Leonedekblad. De scheidingszone tussen de dekbladen is ontsloten in de marmergroef in de buurt van het dorp. Hier treft men de typische Alpen metamorfe gebande marmers met phlogopiet en andere silicaten aan. Vanaf deze hoogte is aan de overzijde de Pizzo d'Albione te zien met een flexuur van het dekblad naar de "wortel".

12e stop: Het Venster van Verampio

Een zijweg vlak voor Crevola d'Ossola in noordelijke richting leidt ons het dal van Antigorio binnen. Hier belanden we in een "gat" in het Antigoriodekblad, waarin onderliggende autochtone (?) gesteenten aangetroffen worden: het Venster van Verampio. Op de Paleozoïsche granietgneizen van Verampio liggen de Alpen metamorfe granaat-glimmerschisten en amfibolieten van Baceno. Langs de weg van Crodo naar Baceno is het contact tussen deze twee eenheden ontsloten. Terug naar Crevola.

Van Crevola naar Domodossola

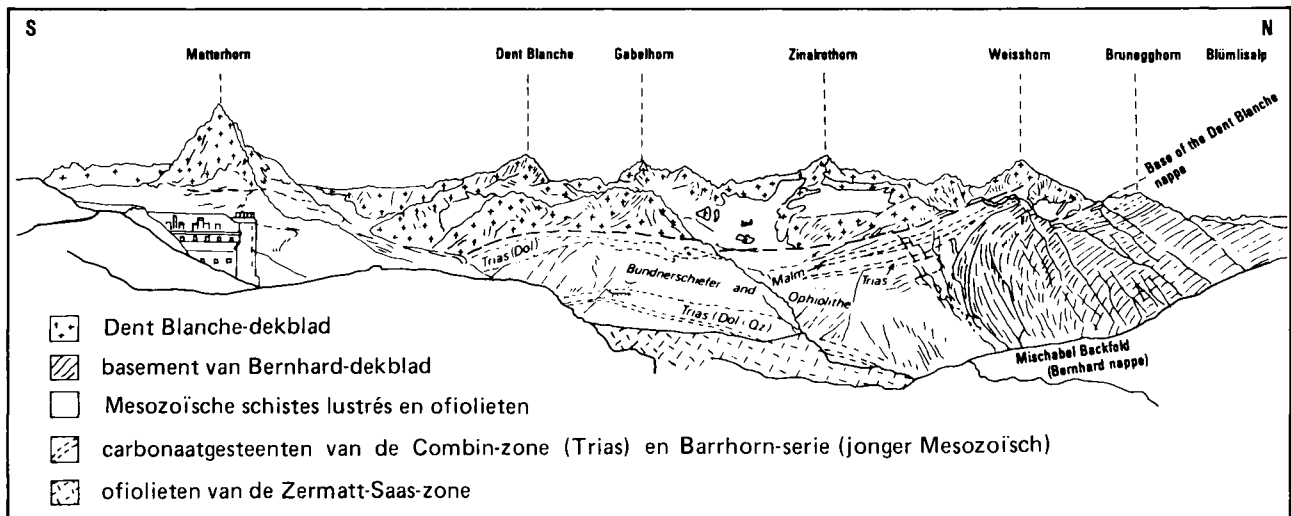
Zuidelijk van Crevola rijden we door de steilstaande "wortel" van het Monte Leonedekblad. Wanneer we de Ponte d'Ossola gepasseerd zijn ligt de grote puinwaaier van de Valle d'Ossola voor ons. Vlak voor Domo opent zich in het westen de Valle de Bognanco en in het oosten de Valle Vigizzo, die naar Locarno en Centovalli leidt. Dit dal volgt de laat-Alpiene storingszone, ten noorden waarvan de dekbladen steil staan en die tevens de zuidelijke grens van de Alpiene metamorfose vormt: de Insubrische Lijn. We rijden nu Domodossola binnen, waar we onze route beëindigen.

De omgeving van Zermatt (punt L)

Zermatt ligt als het ware ingesloten tussen de kristallijne kernen van de Penninische Bernhard- en Monte Rosadekbladen en van het Oostalpiene Dent Blanchedekblad (afb. 10). Het Middenpenninische Bernharddekblad bezit geen Jura- of Krijtbedekking, omdat dit gebied in die periodes een hoogte was, gelegen tussen het noordelijke Valaisbekken en het zuidelijke Piemont-bekken. Het Tertiair ervan is in kalkige faciës en bevat geen ofiolieten. De

Afb. 11. De Matterhorn bij Zermatt, met op de voorgrond de Gornergratgletsjer met zijmorenen. Foto C. Biermann.





Afb. 12. Uitzicht vanaf de Gornergrat bij Zermatt in westelijke richting (naar P. Bearth).

omhulling van het Monte Rosadekblad bestaat uit Permo-triassische muscovietkwartsieten en albietgneizen en daarop ligt de Triassische ofiolietzone van Zermatt-Saas Fee, wijzend op oceanische omstandigheden in die periode. De ofiolieten vormen de basis van de Piemont-geosynklinale, die later in het Tertiair is opgeheven en naar het noorden is getransporteerd. Deze zone vult in zijn geheel de ruimte tussen de dekbladen van de Dent Blanche en de Monte Rosa. Op de ofiolieten liggen Triassische sedimenten, die de basis vormen van de "Hörnлизone". Het tektonisch hoogste Penninische element en tevens van meest zuidelijke herkomst is de "Zermatter Schuppenzone", bestaande uit Triasgesteenten, Bündnerschiefer met prasiniët. Verschuiving van het Dent Blanchedekblad met delen van de Schuppenzone komt algemeen voor.

Uitzicht vanaf de Gornergrat

De route loopt vanaf de Gornergrat naar Rotenboden en vervolgens terug naar Zermatt, waarbij we onderweg Mesozoïsche gesteenten, waaronder ofiolieten, zullen tegenkomen. De Gornergrat is per trein vanuit Zermatt te bereiken.

Vanaf de graat zijn in het noorden delen van het Aarmassief te zien en links daarvan de kalkwanden van de Blümlisalp behorend tot de Helvetische Kalkalpen.

Meer op de voorgrond liggen de toppen Dom, Taschhorn en Alphubel, die zijn opgebouwd uit kristallijn van het Bernharddekblad, terwijl de rechts van de Alphubel liggende toppen van de Allalin-, Rimpfisch- en Strahlhorn en ook de Gornergrat in de ofiolietzone van Zermatt-Saas Fee liggen. Afb. 11.

Aan de westelijke horizon behoren alle hoge toppen vanaf de Matterhorn tot aan de Weisshorn tot het Oostalpiene Dent Blanchedekblad: het hoogste element in de westelijke Alpen. Onder de top van de Weisshorn is nog de "Mischabel-Rückfalte" van het Bernharddekblad waarneembaar (afb. 12).

Afdaling naar Rotenboden (voetpad)

Op de Gornergrat bevinden we ons in de serpentiniëten van de ofiolietzone.

Westwaarts langs het pad, 70 m onder het station (H: 3015 m), zijn grijze muscovietmarmers (metamorfe Bündnerschiefer) ontsloten, waarin verschillende soorten van ofioliet ingeschakeld zijn in de vorm van serpentijn-

houdende gesteenten met verplooiden lenzen van aktinoliet- en carbonaathoudende talkschisten en verschubde structuren van serpentiniëten en een mengzone van Bündnerschiefer en allerhand ofiolitisch materiaal: plaatselijk gaan de kalkige Bündnerschiefer over in granaat- en ankeriethoudende kwarts-muscovietschisten en muscovietkwartsieten. Het ofiolitisch materiaal ligt als bolvormige lichamen in het gesteente. Soms heeft het een eclogitische samenstelling, maar ook pyroxeen- en kalksilicaatgesteenten, concordante prasiniëtbanken en kleine serpentiniët-massa's komen voor.

Na Rotenboden loopt de weg langs de Rifelsee naar Gakihaupt en Rifelalp. Het gelamineerde en sterk verplooiden serpentijnlichaam van Gakihaupt toont inschakelingen van kalksilicaatgesteenten met granaat, vesuvianiet en diopsied en banden van magnetiet en rutiel.

Literatuur

Schweizerische Geologische Gesellschaft, 1967: Geologischer Führer der Schweiz;
Vakgroep Strukturele en Toegepaste Geologie, Instituut voor Aardwetenschappen van de Rijksuniversiteit Utrecht, 1982: Alpen-excursie;
Bearth, P., 1967: Die Ophiolite der Zone Zermatt-Saas Fee; Beitr. geol. Karte der Schweiz, N.F., 132.
Schweizerische Geologische Kommission, 1980: Geologische Karte der Schweiz.
Eidgenössische Landestopographie Bern, 1955: Landeskarte der Schweiz 1:50000.