



De dalontwikkeling van het Boven-Engadin

<https://hdl.handle.net/1874/321354>

Agg. 1932, 1935.

DE DALONTWIKKELING
VAN HET
BOVEN-ENGADIN

ss.
echt

5

DE DALONTWIKKELING VAN HET
BOVEN-ENGADIN

Diss Utrecht 1935

DE DALONTWIKKELING VAN HET BOVEN-ENGADIN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUUR-
KUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE
UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-
MAGNIFICUS DR. H. BOLKESTEIN, HOOG-
LEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN
EN WIJSBEGEERTE VOLGENS BESLUIT VAN
DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TE VER-
DEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE
FACULTEITEN DER WIS- EN NATUURKUNDE
EN DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE OP
MAANDAG 25 FEBRUARI 1935, DES NAMIDDAGS
TE 3 UUR

DOOR

GEERTRUIDA CORNELIA FRANSISCA ANNA GERARDA ORTH
GEBOREN TE ROTTERDAM

LEIDEN
E. J. BRILL

1935

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

*VOOR MIJN VADER
AAN DE HERINNERING VAN MIJN MOEDER*

Bij het afsluiten van mijn academische studie rust op mij de aangename plicht al degenen, van wie ik onderwijs en steun heb mogen ontvangen, mijn diepgevoelde dank te betuigen, waarbij ik in de eerste plaats denk aan mijn promotor, Professor Dr. K. Oestreich.

INHOUD

	Blz.
Voorwoord	1
Inleiding	2
I. Een „oligoceen” Bernina-brongebied van den Rijn	4
II. De aanleg der Innhydrografie	11
<i>A.</i> De aanleg der Innhydrografie ten S van het Engadin	11
<i>B.</i> De aanleg der Innhydrografie ten N van het Engadin	13
III. De jongere veranderingen in de Innhydrografie	15
<i>A.</i> De mondverleggingen en het ontstaan van nieuwe dalen.	15
<i>B.</i> De aftappingen	19
IV. Algemeene conclusies over het karakter der dalen van het Err-Berninagebied	21
<i>A.</i> Het karakter der dalen van de Rijnhydrografie	21
<i>B.</i> Het karakter der dalen van de Innhydrografie	21
<i>a.</i> Het trogkarakter	21
<i>b.</i> Het zwevende karakter	23
Uebersicht	26
Der Talcharakter	26
<i>a.</i> Der Trogcharakter	26
<i>b.</i> Der Hängetalcharakter	27
Literatuuropgave	28

VOORWOORD

Het bekende werk van Penck en Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter, gepubliceerd tijdens de jaren 1902 tot 1909, vestigde de aandacht der Alpenonderzoekers vnl. op de invloed, welke de Diluviale IJstijd op het relief der Alpen uitgeoefend heeft. Aan deze invloed wilden Penck en Brückner eenige vormelementen, die in de Alpen veelvuldiger voorkomen dan in gebieden, die nooit vergletscherd geweest zijn, nl. trogvormige en zwevende dalen, toeschrijven. Het zwevend karakter zou daardoor ontstaan zijn, dat het zijdal minder ijs bezat dan het hoofdal, waardoor zijn bedding niet in dezelfde mate uitgediept kon worden als die van het hoofdal. Penck en Brückner namen dus aan, dat het ijs een erosieve kracht uitoefende, welke grooter werd naarmate de hoeveelheid ijs toenam. Andere Alpenonderzoekers echter, zooals Alb. Heim, wilden den grootsten ijsmassa's slechts een kleine erosieve werkzaamheid toeschrijven. Een beslissing in deze kwestie is alleen dan te geven, als men weet: de hoogteligging en de vorm van het praeglaciale dalstelsel en de bedragen der erosie, die in de interglaciaaltijden plaats gehad heeft. Bij de poging deze criteriën vast te stellen, heeft men de in de middelgebergten gebruikelijke studie der terrassen op het hooggebergte toegepast. Dit onderzoek was van te voren reeds aangewend door K. Oestreich bij zijn onderzoek der lengtedalen van Stiermarken. Uit dit onderzoek was gebleken, dat de Alpen in stijgende beweging verkeerdt hebben. Dit werd later door meerdere waarnemingen in verschillende gedeelten der Alpen bevestigd, door welke tevens gebleken is, dat die opheffing herhaaldelijk onderbroken was geworden door rustphasen, gedurende welke de rivieren de tijd hadden zijwaarts te erodeeren en zodoende een dalbodem te vormen. Bij een nieuwe periode van opheffing sneden de rivieren zich in hun pas gevormde dalbodem in, deze in de vorm van een terras boven zich latend. In de volgende studie is getracht door onderzoek der terrassen te bepalen, in hoeveel van zulke opheffingsperiodes of erosieperiodes het Err-Berninagebied, gelegen tusschen de passen: Julier, Albula en Bernina, zich tot zijn tegenwoordige gedaante ontwikkeld heeft. Bovendien heeft dit onderzoek eenig licht geworpen op de ontstaanswijze der trogvormige en zwevende dalen.

INLEIDING

Het Err-Berninagebied vertoont niet het zuivere hooggebergte-karakter, daar vele van zijn vormen een afgerond of getrapd profiel bezitten, doordat zij naar boven overgaan in een vlakke of door verschillende vlakjes onderbroken zijn. Deze vlakten blijken onafhankelijk te zijn van de geologische gesteldheid van de ondergrond, daar ze veelal het grensvlak tusschen twee gesteenten onder een scherpe hoek snijden. Dit is o.a. duidelijk te zien aan de 2080 m hoog gelegen vlakke onder de Alp Muntatsch, welke zich zonder eenige onderbreking van de graniet voortzet in de kalk. Bovendien is gebleken, dat verschillende dezer vlakten onderling dezelfde hoogteligging bezitten, waardoor men hen tot 10 verschillende niveaus terug kan brengen. En daar de vervlakkingen, tot éézelfde niveau behoorend, in het geheele bovengenoemde gebied voorkomen en zooals reeds gezegd is, onafhankelijk zijn van de aard van het gesteente, mag men hen beschouwen als het resultaat van een erosieperiode. Zoodoende komt men tot een ontwikkeling van het Err-Berninagebied, welke in 10 erosieperioden verdeeld kan worden. Resten dezer perioden, kortweg niveaus genoemd, vindt men o.a. terug in:

1. de groote vlakke van de Piz Staz, ten SE boven St. Moritz. Deze heeft bij het signaal een hoogte van 2995 m, maar stijgt heel zacht naar het SW, naar de voet van de Piz Rosatsch, op.
2. de vlakke van de Piz Padella met een hoogte van 2860 m. Deze vlakke ligt, evenals de onderstaande terrasresten, langs de noordelijke dalwand van het Engadin, tusschen de plaatsen Bevers en Celerina.
3. de vlakke aan de noord-oost wand van de Piz Padella met een hoogteligging van 2640 m.
4. de vlakke op 2400 m hoogte tusschen Cho d'Valletta en Alp Muntatsch.
5. het vlakke kopje (Kuppe) boven Alp Muntatsch.
6. de vlakke even onder Alp Muntatsch, die 2180 m hoog ligt.
7. de lange vlakke van de Alp Clavadatsch, ongeveer 2080 m hoog gelegen.
8. de breede vlakke der Alpetta Bevers met een hoogte van 1950 m.
9. de vlakke van Cristolais en Selvaplaunas, 1850 m hoog gelegen.
10. het dalbodenniveau van Samaden. Dit vormt het jongste der Boven-Engadiner niveaus. Deze dalbodem is vrijwel overal onder puin bedolven. Daar waar hij als vast gesteente aan de oppervlakte komt, is dit gesteente afgerond: vertoont de bultrots-vorm. Volgens de tegenwoordig meest gangbare opvatting heeft de erosie tijdens het Diluvium voor het grootste deel in de interglaciaaltijden plaats

gehad en wordt aan de ijstijden slechts een afrondende werking der bestaande vormen toegeschreven. Bijgevolg moet het dalbodenniveau van Samaden, te oordeelen naar zijn bultrots-karakter, in aanleg uit het prae Würm dateeren, waarvoor in het hoofdstuk III nog andere redenen aangevoerd zullen worden.

De niveaus zullen, als resten van vroegere dalen, stroomopwaarts geleidelijk in hoogte toenemen. Daardoor is het gewenschter de niveaus niet te benoemen naar hun absolute hoogte, maar naar hun ligging ten opzichte van het hoogst gevonden niveau, niveau I genaamd.

Men krijgt dan de volgende indeeling der niveaus:

niveau I	met een gemiddelde hoogte van	3000 m
„ II	„ „ „	2880 „
„ III	„ „ „	2640 „
„ IV	„ „ „	2400 „
„ V	„ „ „	2250 „
„ VI	„ „ „	2180 „
„ VII	„ „ „	2080 „
„ VIII	„ „ „	1950 „
„ IX	„ „ „	1850 „
„ X	met een hoogte van ongeveer	1700 „

Tot dit niveau behoort de dalbodem der Inn bij Samaden.

Bij bestudeering der niveaus blijkt, dat alle niveaus, uitgezonderd de twee hoogste, in het Boven-Engadin als terrasrest voorkomen. De twee hoogste vindt men daarentegen terug in de hoog gelegen fuorcla's of pasovergangen, die de Engadiner dalwanden doorbreken. Het dwarsprofiel dezer fuorcla's wijst erop, dat ze doorstroomd moeten zijn geweest door rivieren, welke een stroomrichting vrijwel loodrecht op die der recente Inn bezaten. Het zal dan ook blijken, dat deze fuorcla's en daarmee de niveaus I en II deel uitmaakten van een in SW—NE richting langgestrekt brongebied van den Rijn, dat naar het NW afwaterde. Dit brongebied is voor den Rijn verloren gegaan door het ontstaan van het Engadiner lengtedal. Sindsdien tracht de Rijn weliswaar dit gebied op de Inn te heroveren, maar dit wordt met meer succes door het Addasysteem veroverd, daar dit rivierstelsel een veel grooter verval en daardoor grootere erosiekracht bezit dan de Rijn. Bij gelijkblijvende omstandigheden zal bovengenoemd oorspronkelijk brongebied van den Rijn dus eens tot een derde rivierstelsel gaan behooren, nl. tot het Insubrische of Addasysteem.

EERSTE HOOFDSTUK

EEN OLIGOCEEN BERNINA-BRONGEBIED VAN DEN RIJN

De twee hoogste niveaus in het Err-Berninagebied, aangeduid als niveau I en II, bezitten een hoogte resp. van ongeveer 3000 m en ongeveer 2900 m. Uit het feit, dat ze nergens als terrasrest in het Boven-Engadin voorkomen (verg. tabel I), blijkt, dat dit lengtedal in de tijd, dat de niveaus I en II gevormd zijn, kortweg tijd I en II genoemd, nog niet bestond. Daartegenover blijkt uit de verbinding der resten van de niveaus I en II, dat er toentertijd in het Err-Berninagebied een ander riviersysteem aanwezig was; dat dit uit dwarsdalen bestond en derhalve consequent was ten opzichte der noordelijke afhelling der Alpen. De beken van dit systeem schijnen in de omgeving van het Berninagebied dicht naast elkaar gelegen te hebben en zich ter hoogte van het Err-gebergte tot twee krachtige rivieren vereenigd te hebben, die om het Errgebied s.str. heenstroomden, de één in het W, de ander in het E. Eerst ten NW van dit gebergte zullen deze rivieren zich tot één rivier samengevoegd hebben, die zijn weg wel via de Lenzerheide naar het N genomen zal hebben. Aansluitende terrasstudies zullen uit te maken hebben, of deze weg, of de meer westelijk gelegene via het Domleschg gevolgd werd (44)¹⁾. In ieder geval behooren én Lenzerheide én Domleschg sedert het ontstaan van den Rijn tot het stroomgebied van deze rivier (16), zoodat de oorspronkelijke afwatering van het Err-Berninagebied tot een oorspronkelijk brongebied van den Rijn behoorde.

Het conglomeraat van het Zwitsersche Mittelland, de Nagelfluh, kan verdeeld worden in een oligoceene en in een mioceene (44), welke verdeeling berust op een duidelijke onderbreking, welke er in de sedimentatie plaats gehad moet hebben. Deze onderbreking wil Staub in samenhang brengen met de accentueering van het dwarsprofiel der Alpen. Staub huldigt nl. de opvatting, dat de Alpen van het begin van hun ontstaan af in de S-N richting een geleeding in antiklinalen en synklinalen vertoonden. In het stroomgebied van den Rijn neemt Staub van S naar N onderstaande opeenvolging der tektonische elementen aan:

1) de cijfers tusschen haakjes hebben betrekking op de in de literatuurlijst vermelde werken.

1. Bernina plooirug.
2. Boven-Engadiner plooidal.
3. Err antiklinale.
4. Landwasser—Schulser synklinale.
5. Parpaner—Onder-Engadiner culminatie.

Bij de jongere ontwikkeling der Alpen werd dit tektonisch dwarsprofiel steeds sterker geaccentueerd, zoodat tenslotte de naar de noordelijke Molassezee toestroomende consequente rivieren de plooiruggen niet meer konden doorsnijden. Van deze rivieren bleef slechts een klein stuk bestaan, nl. dat op de noordelijke vleugel der buitenste antiklinale. De andere deelen werden afgeleid naar de lengtedalen, die zich in de synklinalen langzamerhand gevormd hadden. Bij de latere ontwikkeling der Alpen begonnen bovengenoemde consequente rivierstukken hun aan de jongere lengtedalen verloren gegane stroomgebieden te heroveren. Met dit heroverings-

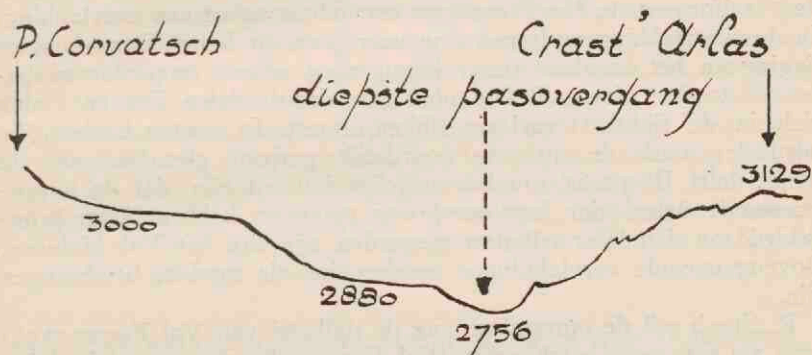


Fig. 1. Het dwarsprofiel der Fuorcla Surlej.

stadium wil Staub de mioceene Molasse parallelliseeren, terwijl de oligoceene Molasse afgezet zou zijn door de consequente rivieren voor de accentueering van het dwarsprofiel der Alpen. Tevens wordt de oligoceene Molasse door Ludwig in twee étages ingedeeld, nl. een stampische en een aquitaansche. En daar men in het Err-Berninagebied twee niveaus tot het oligoceene Rijnsysteem moet rekenen, is het zeer verlokkelijk deze niveaus in oorzakelijk verband te brengen met de twee étages der oligoceene Molasse. Het niveau I zou dan uit het Stampien dateeren; het niveau II uit het Aquitanien.

Hoewel slechts als eenige kleine resten bewaard, is de oude Rijnhydrografie in het Err-Berninagebied, vnl. ten S van de Inn, nog goed te herkennen, en wel in het verloop der SE-NW gerichte bergketens ten E der Berninapas (foto 1, 2 en 3) en in de fuorcla's (foto 9 en 12), welke door hun zoo nu en dan voorkomend getrapt dwarsprofiel, zooals o.a. de Fuorcla Surlej dat vertoont (fig. 1), bewijzen ontstaan te zijn door fluviaatiele erosie.

In de tabel I is een overzicht gegeven van de tot nu toe gevonden resten van de niveaus I en II en is tevens getracht een schema te ontwerpen van de oorspronkelijke hydrografie van het Err-Berninagebied, waarbij bleek, dat de afwatering toentertijd plaats had langs verschillende dwarsdalen. Erfstukken dezer dalen vindt men nu nog terug in de bovenlopen van verschillende zijdalen van het Engadiner riviersysteem. Bedoeld zijn de zijdalen: Minor, Murai, Fain, Roseg en Pers. Toen het Err-Berninagebied tot de Rijnhydrografie behoorde, vormden de bovenlopen der zoo even genoemde dalen slechts kleine gedeelten van veel langere dalen, die hieronder besproken zullen worden. (verg. de bijgevoegde kaart).

FEDOZ-FEX-MATERDELL DWARSDAL. 1).

De omranding der dalketels van Val Fex en van Val Fedoz vertoonen tusschen de bergen Muretto en dell'Oro en eveneens tusschen de Piz Fora en de Piz Tremoggia een inbuiging of een vervlakking. Beide vervlakkingen liggen ongeveer 3000 m hoog. Deze hoogteligging en het karakter dezer inbuigingen wijzen erop, dat zij behoren tot het niveau I. Dit toont aan, dat de dalen Fex en Fedoz zich in de tijd I ²⁾ veel zuidelijker uitgestrekt moeten hebben. Te oordeelen naar de nu nog noordelijk gerichte gletschers aan de Munt della Disgrazia zou het mogelijk kunnen zijn, dat de bovengenoemde dalen hier hun oorsprong genomen hebben. Hun brongebied zou dan later tributair geworden zijn aan het Val Malenco. Bovengenoemde vervlakkingen zouden dus als torsen te beschouwen zijn.

R. Staub wil de omranding van de dalketel van Val Forno eveneens als een torso beschouwen. Val Forno zal wel, evenals de dalen Fex en Fedoz, tijdens het Oligoceen een bronbeek van den Rijn gheherbergd hebben, waardoor men in dit dal de niveaus I en II op vrijwel dezelfde hoogteligging als in het Berninagebied mag verwachten. Nu ligt echter de omranding van de dalketel van Val Forno over zijn geheele verloop op een hoogte van 3300 m en wijst daardoor veel meer op een oorspronkelijk dalbegin dan op een torso.

Het niveau II van het Val Fedoz versmelt om de N wand van de Piz Led heen met het gelijknamige niveau van Val Fex. Van dit punt af vormden dus beide dalen in de tijd I een eenheid. Dit dal vond zijn voortzetting naar het N waarschijnlijk via de vervlakking tusschen de Piz Gravasalvas en de Piz Materdell in het Oberhalbstein. Daar nam het in zich op de beek van het

1) De dalen Fex en Fedoz vallen, evenals het Val Chamuera, buiten het in het voorwoord omschreven studiegebied. Voor de algemeene samenhang zullen zij echter bij de behandeling der Rijnhydrografie kort besproken worden.

2) Onder de tijd... wordt verstaan het geheele tijdsverloop, waarin het gelijknamige niveau zich ontwikkeld heeft.

TSCHIERVA-SURLEJ-LAGREV DWARSDAL.

De Fuorcla Surlej vormt een prachtige rest van een oud dal, daar hij een duidelijk trapvormig dwarsprofiel bezit, waarvan de terrassen tot de niveaus I en II behooren (fig. 1, foto 9). De rivier die deze fuorcla eens doorstroomd heeft, zal de tot één stroom vereenigde, oligoceene Tschierva-, Sella-, Misaunbeek geweest zijn, waarop de richting dezer gletscherdalen nu nog wijst. De waterscheidingen tusschen deze oligoceene beken zijn nu nog in het landschap te herkennen, nl. in de langgestrekte SSE-NNW vorm der Piz Tschierva (foto 10) en in het gelijk gerichte verloop der Aguagliouls keten. Toen bij het begin der wording van de Innhydrografie het Rosegdal ontstond, werden bovengenoemde waterscheidingen doorgesneden en trok de Rosegbeek de Sella-, Tschierva- en Misaunbeken tot zich, waardoor de Fuorcla Surlej verlaten en tot daltorso werd.

De afstroming van de oligoceene Tschierva-Surlejbeek naar het N zal waarschijnlijk plaats gevonden hebben via de vervlaking op ongeveer 2880 m hoogte in de Lagrev gletscher naar het Oberhalbstein (foto 3). Immers van het signaal ten W boven het Fuorcla Surlej restaurant ziet men recht over de Julierpas heen naar de bergen van het Oberhalbstein. Zooals gezegd, had hier de samenvloeiing met de Fex-Fedoz-Materdellbeek plaats. Bovendien zal zich bij deze beken wel gevoegd hebben de oligoceene Fornobeek. Zodoende ontstond er dus een Oberhalbsteiner bronrivier van den Rijn, die in het W langs het Errgergerte s.str. stroomde.

PERS-STAZ-PALÜD MARSCHA-FUORCLA CRAP ALV DWARSDAL.

De kam tusschen Val Roseg en Val Morteratsch is onderbroken door een vervlaking, gelegen tusschen Piz Misaun en Piz Chalchaign. Tevens eindigt de kam, die het Val Roseg scheidt van het Engadin, in het NE in een vervlaking, in de vlakte der Piz Staz (foto 4), die van de voet van de Piz Rosatsch heel zacht afhelt naar de Piz Staz en daardoor een gedeelte van het profiel van een dalbodem vertoont. Deze dalbodem moet gevormd zijn door een ongeveer NW stroomende rivier. In deze richting nu vindt men in het S de bovengenoemde vervlaking en bovendien het Persdal. De beek, die de vlakte van de Piz Staz gevormd heeft, zal dus waarschijnlijk zijn oorsprong genomen hebben in de dalketel van het tegenwoordige Pers-gletscherdal en van hier via een oligoceen Persdal over de vervlaking in de Morteratsch-Chalchaignketen gestroomd zijn naar de Piz Staz. De voortzetting van dit dal naar het N zal wel te zoeken zijn in de lage dalketelrand der Vadret da Palüd Marscha en in de lage bergen direct ten W van de Fuorcla Crap Alv. Even stroomafwaarts van deze fuorcla mondde in de Pers-Stazbeek uit de beek van het

BERNINA-LANGUARD-FUORCLA CRAP ALV DWARSDAL.

Langs de zuidwestelijke wand van de Piz Albris bevindt zich nergens een rest van het niveau I. Evenmin langs de oostelijke wand van de Piz Chalchaig of langs die van de Munt Pers. Daartegenover ligt aan de oostelijke voet van de Piz Albris een breed hoogdal, de Fuorcla Languard, welke in zijn richting over de Piz Alv en Piz Lagalb naar het SE wijst, naar het tegenwoordige Puschlav en een hoogte bereikt van 2880 m. Het Val Bernina zal in de tijden I en II dus niet gelegen hebben hoog boven het tegenwoordige Val Bernina, maar in de Fuorcla Languard. In het W zal de beek van dit dal wel verschillende zijbeken in zich opgenomen hebben, waarop in het S de S-N richting van de Vedretta di Pizzo Scalino wijst en iets meer naar het N de Fuorcla Carale met zijn hoogte van 2832 m.

Na over de Fuorcla Languard (foto 2 en 12) gestroomd te zijn, vervolgde de Bernina-Languardbeek zijn weg naar het N over de groote vlakte ten NE van de Piz Ot (foto 3 en 6) naar de Fuorcla Crap Alv. In de omgeving van deze fuorcla nam hij in zich op de beken van de twee volgende dalen:

MINOR-MURAIGL-FUORCLA CRAP ALV DWARSDAL.

De kam tusschen Val Minor en Val del Fain is onderbroken door de vervlakkings tusschen de Piz Alv en de Piz Minor. Meer in het N ligt de Fuorcla Pischa, welke een torso is. Eveneens is de nog noordelijker gelegene Fuorcla Muraigl (foto 3) een torso. Deze beide fuorcla's en de bovengenoemde vervlakkings liggen met de bovenloop van het Val Minor, het dalstuk, dat parallel verloopt aan de kam Piz Minor-Piz Platteo, in één lijn. Deze bovenloop en de hier boven aangeduide fuorcla's zullen dus deelen van hetzelfde dal uitgemaakt hebben, dat zich waarschijnlijk over de hooggelegen vervlakkings van „Cima” uitgestrekt zal hebben naar het S, tot ongeveer aan de Piz Saoseo.

De voortzetting van het dal ten N van de Fuorcla Muraigl moet plaats gehad hebben via de Tschimas. Het zuidelijke deel van deze kam behoort dan ook nog tot het niveau II, terwijl de geheele kam duidelijk de SE-NW richting van de Rijnbronbeken aanwijst (foto 1 en 3). Deze kam is in het landschap bewaard gebleven, daar hij bij de jongere ontwikkeling van het Berninagebied zijn karakter van dalbodem verloren heeft; in plaats daarvan tot dalscheiding geworden is. Na het ontstaan der Innhydrografie is de Minor-Muraiglbeek in verschillende gedeelten uiteengevallen, die ieder deel uit gingen maken van een andere zijrivier der Inn. Het stuk Tschimas, daardoor geheel beroofd van zijn bovenloop, bezat te weinig water om zijn dalbodem over diens geheele breedte te doorstromen, waardoor het water, dat van de Languard-Schafbergkam kwam, het van de Piz Uterkam afstroomende water niet kon bereiken. Inplaats van één beek ontstonden er zoo in de oude dalbodem twee beken, die zich bij

de verdere ontwikkeling insneden en de dalen Muraigl en Champagna vormden, waarbij een stuk van de oude dalbodem als dal-scheiding tusschen beide dalen bewaard bleef. Hetzelfde verschijnsel treft men aan in het W, waar nu de dalen Fex en Fedoz tot aan het Engadin gescheiden blijven, terwijl ze in de tijden I en II ten N van de Piz Led tot één dal werden. Bij de bestudeering der terrassen langs de kam Piz Led-Muott'Oto ziet men, dat dit versmelten der twee dalen tot één, zich in jongere tijd steeds verder naar het N verplaatste, om tenslotte in het geheel niet meer plaats te vinden.

FAIN-MÜSELLA-FUORCLA CRAP ALV DWARSDAL.

De kammen, welke het Val del Fain insluiten, zijn door verschillende vervlakkingen onderbroken. Zooals gebleken is, werden deze vervlakkingen in het W eens doorstroomd door een Minor-Muraigl-beek. In diezelfde tijd werden de meer in het E der bovengenoemde kammen gelegen vervlakkingen doorstroomd door een andere bronbeek van den Rijn, welke hoog boven de bovenloop van het tegenwoordige Heutal stroomde en welke zich naar het S voortzette boven het tegenwoordige Val Nera tot ongeveer aan de Corna di Capra. Meer in het N nam deze Rijnbronbeek zijn weg over de Fuorcla Chamuera en hoog boven het tegenwoordige Val Chamuera. Op deze voortzetting wijzen nog de Munt Olivet (foto 3) en de 2880 m top aan het zuidwest-einde van de Munt Müsellaketen. Nog verder naar het N zal deze beek zijn weg genomen hebben langs de westrand van de Crasta Mora en even stroomafwaarts van de Fuorcla Crap Alv uitgemond zijn in de Bernina-Languardbeek. In de omgeving van de Fuorcla Crap Alv vereenigden zich dus verschillende Rijnbronbeken met elkaar, nl. de Pers-Staz, de Bernina-Languard, de Minor-Muraigl en de Fain-Müsella beek. Zoodoende ontstond er een krachtige rivier, in welke ten N van de Fuorcla Crap Alv nog een andere bronbeek van den Rijn mondde, nl. de beek, die hoog boven het tegenwoordige Albulapasdal uit het ESE gekomen moet zijn, uit het gebied ten E van de Piz Mezzaun, waar Machatschek (22) vervlakkingen aangetroffen heeft, die in hoogte overeenstemmen met de hoogteligging der niveaus I en II. Evenals in het W, in het Oberhalbstein, door samenvloeiing van verschillende Rijnbronbeken een voorname bronrivier van den Rijn ontstaan was, had dit ook in het E plaats gevonden. Deze oostelijke bronrivier van den Rijn zal waarschijnlijk via de vervlakking aan de oostzijde van de Piz d'Aela (foto 3) langs de NNE wand der Bergüner Dolomieten (Tinzenhorn en Piz Michel) gestroomd zijn en zal zich ten N dezer bergen met de Oberhalbsteiner bronrivier van den Rijn vereenigd hebben. Over de juiste loop dezer beide, zoo voorname Rijnarmen zullen latere terrasstudies uitsluitsel te geven hebben. In ieder geval is gebleken, dat de verschillende oligoceene Rijnbronbeken ter hoogte van het tegenwoordige Errgebergte tot twee krachtige Rijnarmen samenvloeiden, die om het Errgebergte in den strengsten zin genomen

heenstreamden, de één in het W, de ander in het E. Het Errgebergte moet in het Oligoceen dus al een soort culminatie gevormd hebben. Eveneens het Berninagebied, daar ook dit nergens in zijn geheele N-S uitgestrektheid doorsneden was. Slechts in het N hadden eenige beken zich over een klein gedeelte van dit gebied ingesneden, nl. de Tschierva-Surlej en de Pers-Stazbeek. De beide culminaties van Err en Bernina met de direct naar het W en het E aansluitende gebieden schijnen na de tijd II zoo sterk opgestegen te zijn, dat de erosie der beide Rijnarmen geen gelijke tred kon houden met de opheffing en het Errgebied niet langer konden doorsnijden. De Rijnbronbeken, die uit het Berninagebied kwamen, konden dus niet meer via het Errgebergte naar het N afstromen en werden zodoende gedwongen een andere afstroming te zoeken. Ze vonden deze in het Boven-Engadiner plooidal, dat met de accentueering van de Err- en de Berninaculminatie sterker te voorschijn getreden was. Zodoende ontstond de Boven-Engadiner Inn.

TWEEDE HOOFDSTUK

DE AANLEG DER INNHYDROGRAFIE

Het ontstaan van het Boven-Engadiner lengtedal, dat zooals gebleken is, samenhangt met tektonische oorzaken, dateert uit de tijd III ¹⁾, daar dit het oudste niveau is, dat als terrasrest in het Boven-Engadin terug te vinden is. Van dit lengtedal uit begon zich een geheel nieuwe hydrografie, de Innhydrografie, te ontwikkelen, welke in het Errgebied het meeste van de oorspronkelijke hydrografie af moet wijken, daar hier een absolute omkeer van de stroomrichting plaats moest hebben. Maar ook in het Berninagebied wijkt de Innhydrografie belangrijk af van de oorspronkelijke. Hier schijnt een Berninadal, dat in richting samenvalt met het tegenwoordige Val Bernina en dat in eerste aanleg dateert uit de tijd II, zoo op den voorgrond getreden te zijn, dat het de Rijnbronbeken van het Berninagebied naar zich afgeleid heeft, waardoor het een groote verzamelader der Inn geworden is.

A. DE AANLEG DER INNHYDROGRAFIE TEN S VAN HET ENGADIN.

AANLEG VAN HET VAL MORTERATSCH.

In de tijd I stroomde de Pers-Stazbeek via de vervlakkingsvlakke tusschen de Piz Chalchaighn en de Piz Misaun over de vlakte van Piz Staz naar het N. Bij de Piz Staz is het niveau II aan te treffen direct ten E onder het signaal 2995 m en daar de vlakte van de Piz Staz geleidelijk naar het W, naar de voet van de Piz Rosatsch, opstijgt, heeft men hier dus te maken met een insnijden van de rivier in eigen dalbodem. Zulk een insnijding kan niet plaats gehad hebben in de fuorcla tusschen de Piz Misaun en de Piz Chalchaighn, daar in deze het niveau II niet terug te vinden is. Dit wordt eerst aan de noordoost-zijde van de Piz Chalchaighn aangetroffen. In de tijd II is dus de Pers-Stazbeek niet meer over de bovengenoemde vervlakkingsvlakke gestroomd, maar moet zijn weg genomen hebben via de noordoost-voet van de Piz Chalchaighn naar het NW, naar de vlakte van de Piz Staz. De aanleg van het tegenwoordige Val Morteratsch dateert dus uit de tijd II. Deze verandering in de loop van de Pers-Stazbeek is slechts door aanneming van tektonische oorzaken te begrijpen; niet-tektonische

1) Bij de Innhydrografie beteekent in „de tijd...”, de tijd, waarin het gelijknamige niveau zich in het Engadiner lengtedal gevormd heeft.

oorzaken, zooals bv. een eenvoudige afglijding van de rivier naar het E, zijn niet aan te wijzen. De gedeeltelijke verlegging van de loop van de Pers-Stazbeek is op volgende wijze gedacht: ongeveer op de grens van de tijd I en de tijd II zal zich ter plaatse van het tegenwoordige Val Bernina een synklinale gevormd hebben — zooals ook R. Staub dat veronderstelt (44) — welke het Pers-Staz dwarsdal ongeveer ter hoogte van de Piz Staz sneed. In dit plooidal schijnt zich een beek ontwikkeld te hebben, die reeds spoedig de Pers-Stazbeek in de zijde aanviel, deze beek tot zich trok en zoodoende deze over een gedeelte van zijn loop verlegde. Hierdoor was de eerste aanleg van het Val Morteratsch tot stand gekomen en tevens die van de benedenloop van het tegenwoordige Val Bernina. Dit, in aanleg tektonisch veronderstelde dal schijnt spoedig zoo belangrijk geworden te zijn, dat het in de tijd III reeds de verzamelgeul voor een groot gedeelte van het stroomgebied van de Inn was.

AANLEG VAN HET TEGENWOORDIGE VAL BERNINA.

De Fuorcla Languard maakt deel uit van het niveau II. Het niveau III is er niet meer in aan te treffen. Na de tijd II is deze fuorcla dus verlaten geworden; had de Bernina-Languardbeek een andere loop verkregen. Hij is, te oordeelen naar de vervlaking op 2880 m hoogte aan de zuid-zuidwest helling van de Piz Albris, tegen het einde van de tijd II door het bovengenoemde synkлинаaldal afgetapt, waardoor het tegenwoordige Val Bernina in eerste aanleg ontstaan was.

AANLEG VAN HET VAL ROSEG.

Het bovengenoemde synkлинаaldal was, nadat het de Pers-Stazbeek tot zich getrokken had, tot een belangrijk dal geworden, wat nog versterkt werd door de aftapping van de Bernina-Languardbeek. Hierdoor verkreeg zijn beek de kracht zich via zijbeken snel naar het W en E terug te snijden. Naar het W ging zich een eerste Rosegbeek insnijden, die tenslotte de Tschierva-Surlejbeek bereikte en deze aantapte, waardoor de Fuorcla Surlej verlaten werd. Uit de hoogteligging van deze fuorcla is ongeveer de tijd der aftapping te bepalen. De fuorcla bezit als laagste pasovergang een hoogte van 2760 m, ligt dus lager dan het niveau II en moet derhalve nog gedurende een gedeelte van de tijd III doorstroomd zijn geweest. De afleiding van de Tschiervabeek naar het Val Bernina had dus plaats in de tijd III. Door deze aftapping werd de Rosegbeek zeer versterkt en werd tot een belangrijke zijrivier van de Inn.

AANLEG VAN HET TEGENWOORDIGE VAL DEL FAIN EN HET TEGENWOORDIGE VAL MINOR.

Evenals bij de Tschierva-Surlej en de Pers-Stazbeek werd bij de dalen Minor-Muraigl en Fain-Müsella de oorspronkelijke SE—NW loop verstoord. Deze beide laatstgenoemde dalen werden door zijbeken van het Bernina-synkлинаaldal afgetapt. Deze aftapping is nu

nog in het verloop der beide dalen Minor en del Fain te herkennen, nl. in de bocht, welke de beide dalen vertoonen. Deze bochten zijn niets anders dan bij de jongere ontwikkeling van het Berninagebied dieper gelegde en daarbij eenigzins vervormde ombuigingsknieën. De ouderdom dezer aftappingen is te bepalen uit de hoogte van de fuorcla's Pischa en Chamuera, welke pasovergangen beide tot het niveau II behooren. De aanleg der dalen Minor en del Fain dateert dus uit de tijd III. Toentertijd strekten beide dalen zich veel verder naar het S uit dan nu. Zij hebben echter in jongere tijd hun brongebied verloren aan de Spöl tengevolge van een aftapping.

Door de bovenbeschreven flankenaftappingen van vele der oligoceene Rijnbronbeken van het Berninagebied is de Rijnhydrografie in dat gebied in de vorm van hooggelegen fuorcla's bewaard gebleven.

DE DALEN LANGUARD EN MURAIGL.

Door de aftapping der beken Bernina-Languard en Minor-Muraigl werden de meer stroomafwaarts gelegen gedeelten dezer beken in hun watertoevoer sterk verminderd en werden daardoor tot beekjes van secundair karakter, die als erstuk een veel te breede dalbodem bezaten. Bij de latere ontwikkeling der Innhydrografie konden zij hun dalbodem dan ook niet in diezelfde mate dieper leggen als de Inn of zijn groote zijrivieren dat deden en verkregen daardoor het zg. „zwevende karakter” (verg. hoofdstuk IV). Dit karakter is het mooiste te zien aan het Val Languard; minder duidelijk aan het Val Muraigl.

B. DE AANLEG DER INNHYDROGRAFIE TEN N VAN HET ENGADIN

De zuidelijke vleugel van de Erropwieling, die na de tijd II nergens meer door een rivier doorsneden werd, kwam na de vorming van het Engadiner riviersysteem te behooren tot het stroomgebied van dit dal. Van de Inn uit begonnen zich zijrivieren in dit gebied terug te snijden en volgden hierbij veelal dalen, die deel uitgemaakt hadden van de Rijnhydrografie. Dit deed o. a. de beek van het eerste Val Bevers,

EEN BEVERS-ALBULADAL.

Terwijl in de bovenloop van het Val Bevers het niveau III wel terug te vinden is, ontbreekt elke rest van dit niveau in de benedenloop van dit dal. Dit zou erop kunnen wijzen, dat de loop van de beek van dit dal in de tijd III anders was dan nu. Deze mogelijkheid wordt bevestigd door het feit, dat het Beversdal een ombuigingsknie vertoont, terwijl zijn noordelijke dalwand onderbroken is door de Fuorcla Crap Alv (foto 5). Weliswaar heeft deze zijn ontstaan te danken aan de oostelijke Bernina-Rijnbronbeken, maar de hoogte van het grootste gedeelte van deze fuorcla bedraagt 2640 m, wat overeenstemt met de hoogte van het niveau III. Het ligt daarom voor de

hand te veronderstellen, dat in de tijd III de beek van het Beversdal zijn weg via de Fuorcla Crap Alv en het Albulapasdal naar het Engadin genomen heeft. Inderdaad bevinden zich eenige terrasresten, behorend tot het niveau III, langs de N.wand van het Val d'Alvra. In de tijd III bestond er dus in de plaats van een Beversdal, zooals men dit nu kent, een Bevers-Albuladal. De beek van dit dal schijnt in het N een zijrivier opgenomen te hebben, waarop de terrassen van de bovenloop van het Val Mulix (Tschitta), welke door Ott (29) vast gesteld zijn, zouden kunnen wijzen.

De afwatering van het Errgebied s.str. vond plaats via het Bevers-Albuladal. Het voorgebergte, gelegen tusschen de Errgroep en het Engadin, bezat zijn eigen dalen, nl. het Valletta Samaden, het Val Saluver en het Val Suvretta St Moritz. Maar de beken dezer dalen bezaten slechts een klein brongebied; vandaar dat deze dalen bij de verdere ontwikkeling der Innhydrografie, evenals de dalen Muraiogl en Languard, het „zwevende karakter” begonnen te vertoonen.

DE AANLEG VAN HET VALLETTA SAMADEN.

De beek van het Valletta Samaden nam zijn oorsprong in de dal-ketel, gevormd door de bergen Trais Fluors, Padella en Ot. In de tijd III schijnt deze beek via de granietbergen van de Cho d'Valletta naar het Engadin gestroomd te zijn.

HET VAL SALUVER.

Dit dal is ingesneden in een gedeelte van het dal van de oligoceene Pers-Stazbeek, welk daldeel echter in verval omgekeerd moest worden. Het brongebied van het Val Saluver was omrand door de bergen Corviglia en las Trais Fluors. In het W nam het een zijbeek op, nl. de beek van het Valletta Schlattain.

HET VAL SUVRETTA ST.MORITZ.

Dit dal was omsloten door de bergen Julier, Corn Suvretta en Nair. Te oordeelen naar het NW—SE karakter van de kam Piz Nair-Piz Nair Pitschen en de daaronder gelegene vervlakkingen, die dezelfde richting vertoonen, schijnt het oorspronkelijke Val Suvretta St Moritz een meer NW—SE gericht verloop gehad te hebben dan nu.

DERDE HOOFDSTUK

DE JONGERE VERANDERINGEN IN DE INNHYDROGRAFIE

De jongere veranderingen in de Innhydrografie bezitten een driedelig karakter: zij omvatten een verlegging van de mond van sommige rivieren van het Innsysteem; het ontstaan van eenige nieuwe dalen en het verkleinen van het geheele stroomgebied tengevolge van aftappingen door het Rijn- en het Addasysteem. Voordat de aftapping door het laatst genoemde systeem in de omgeving van de Berninapas plaats had, was hier een andere aftapping tot stand gekomen, nl. die van het Val Minor en het Val del Fain door de Spöl, welke rivier zelf een zijrivier van de Inn is, waardoor deze aftapping het stroomgebied van de Inn niet verkleinde.

A. DE MONDVERLEGGING EN HET ONTSTAAN VAN NIEUWE DALEN

VAL MURAIGL.

De beek van het Val Muraigl stroomde, zooals uit het SE—NW verloop der hoogere terrassen blijkt, in de vroege stadia der Innhydrografie loodrecht op het Engadin. Pas in jongere tijd is de ombuiging van het dal naar het W ontstaan. Dit moet plaats gehad hebben op de grens tusschen de tijden V en VI: de terrassen van Val Muraigl, die behooren tot de niveaus III, IV en V, zijn alle in SE—NW richting te vervolgen; de resten van het niveau VI verloopden echter niet meer in deze richting, maar in de SW—NE richting, zooals b.v. de Alp Muraigl.

VAL LANGUARD.

De beek van het Val Languard heeft evenals die van het Val Muraigl in de loop der ontwikkeling van de Innhydrografie zijn oorspronkelijke SE—NW loop ingeboet. Deze richting schijnt hij echter in de tijd V nog gehad te hebben: dit niveau bereikt het dal ter hoogte van ongeveer 2400 m en is van hier af te vervolgen via het rotsplatform boven de Alp Languard naar de bovenloop van het dalletje, dat nu zijn mond heeft bij „Bellavita” in Pontresina. In de tijd VI moet dit SE—NW gerichte Languarddal in zijn zijde aangevallen zijn, waardoor zijn beek afgetapt werd. Hierop wijst nu nog de breede kloof, waarvan de dalbodem behoort tot het niveau VI. Deze kloof

ligt even stroomopwaarts van de Alp Languard. De roover is waarschijnlijk de beek van het dal van „la Tuor”, bij Pontresina, geweest. In nog jongere, zelfs zeer jonge tijd heeft er nogmaals een verlegging van de monding plaats gevonden, zoodat de beek van het Val Languard zich nu boven Pontresina in de Flazbach stort.

VAL BEVERS.

Het Bevers-Albuladal mondde ter hoogte van Madulein in het Engadin, terwijl in diezelfde tijd, hoog boven het tegenwoordige Bevers, het Valletta Samaden in het Engadin uitmondde. Van het Valletta Samaden uit schijnt zich een beek naar het N teruggesneden te hebben, welke het Bevers-Albuladal in de zijde aanviel en diens rivier aftapte. Deze aftapping moet plaats gehad hebben op de grens tusschen de tijden III en IV; daar de Fuorcla Crap Alv tot het niveau III behoort en een jonger niveau in deze pasovergang niet terug te vinden is. Weliswaar ligt de diepste profiellijn van deze fuorcla op een hoogte van 2492 m maar deze lagere insnijding is te beschouwen als een jongere „Scharte” in een oude verlaten dalbodem (foto 5).

VALLETTA SAMADEN-OVA FRAZIROULAS.

In de tijd III stroomde de beek van het Valletta Samaden via de Cho d'Valletta naar het Engadin. In deze dalbodem heeft de beek zich in de tijd IV ingesneden en nam toen, te oordeelen naar de boven Alp Muntatsch, tot het niveau IV behorende, teruggevonden resten, zijn loop ten SSW van de Cho d'Valletta naar het Engadin. Het niveau V van de beek is niet in de oude dalbodem ingesneden, doch is eerst ten N van de Cho d'Valletta aan te treffen. Het schijnt, dat de beek, die zich van het Valletta Samaden uit naar het W teruggesneden heeft en daarbij de beek van het Bevers-Albuladal aftapte, door deze aftapping zoo krachtig geworden is, dat van deze roover uit zich een beekje naar het SW terug begon te snijden. Dit beekje viel op de grens tusschen de tijden IV en V de beek van het Valletta Samaden in de zij aan en tapte deze af, waardoor het tegenwoordige verloop van dit dal via het gedeelte Fraziroulas naar het NE ontstond.

VAL SUVRETTA ST. MORITZ EN VAL JULIER.

Het Val Julier bezit geen terrassen, die behooren tot het niveau III; daarentegen wel terrasresten, die deel uitmaken van het niveau IV. Het Val Julier schijnt dus eerst in de tijd IV ontstaan te zijn.

De wand van de dalketel van het Val Suvretta St. Moritz is in het E doorbroken, waardoor het brongebied van dit dal tot pasovergang geworden is. Deze doorbreking is het gevolg van een terugsnijdende erosie, welke uitging van het Val Suvretta Samaden, een zijdal van het Val Bevers. Op de verdere ontwikkeling van het Val Suvretta St. Moritz heeft deze doorbreking weinig invloed uitgeoefend, daar het

dal hierdoor slechts van een klein gedeelte van zijn brongebied be-roofd werd.

Een meer ingrijpende verandering heeft het Val Suvretta St. Moritz aan zijn mond ondergaan, waardoor dit dal nu in een betrekkelijk ontoegankelijke kloof naar het Engadin afbuigt. Eenzelfde verandering heeft aan de monding van het Val Julier plaats gevonden. Beide dalen schijnen te oordeelen naar het NW—SE verloop hunner meeste terrassen, hun mond tot zelfs in zeer jonge tijd meer naar het E gehad te hebben dan nu. — Dit verloop der terrassen is mooi te zien boven Silvaplana; hier volgt een gedeelte van de pasweg het NW—SE verloopende terras, dat behoort tot het niveau VIII (foto 13). Het verleggen der monden van de beide dalen hangt samen met een jonge verlegging van een gedeelte van de Inn.

HET INNDAL.

De Inn, die volgens Staub (44) oorspronkelijk zijn brongebied in de dalketel bij Chiavenna had, is in jongere tijd van dit brongebied be-roofd geworden door het Addasysteem. Dit beschikte na de steilstel-ling van de wortelzone der Alpen over een groot verval en was zoo-doende in staat zich snel naar het N en NE terug te snijden. Het tapte hierbij het Innsysteem op verscheidene plaatsen aan. Het voor-naamste aftappingsgebied werd gevormd door het oorspronkelijke brongebied van de Inn; dit werd door een zijrivier van het Adda-systeem, de Mera, langzamerhand geannexeerd. Hierbij gingen de bronrivieren van de Inn één voor één voor deze rivier verloren, zoo-dat nu zelfs de Fornobeek tot het Addasysteem behoort.

In het Engadin zijn tusschen de plaatsen Silvaplana in het SW en Samaden in het NE verschillende heuvels, bestaande uit vast gesteente, aanwezig. Bedoeld zijn de heuvels: Crest'Alta, Spuondas, la Stretta bij St. Moritz en San Gian bij Celerina, die zich alle in dezelfde rich-ting uitstrekken en uitgezonderd San Gian, in hoogte vrijwel over-eenstemmen. Ze geven het beeld eener sterk versneden dalscheiding (foto 3, 7). Inderdaad ligt zoowel ten N als ten S van deze heuvelrug een oud dal. Het zuidelijk dal bezit een aanzienlijke breedte en is te vervolgen van Surlej via God Surlej, St. Moritz Bad en Statzersee naar Punt Muraigl. Bij laatst genoemde plaats is de rotsondergrond door de Flazbach aangesneden. In het verdere verloop van het dal naar het SW komt de rotsondergrond nergens meer aan de opper-vlakte, ook bij de laagstgelegene plaatsen niet en bij diepe insnijdingen is men nog steeds in een moreene- en puinlaag gebleven. Zoodoende spreekt er veel voor de volgende ontwikkeling voor bovengenoemd ge-deelte van het Engadin aan te nemen:

In zeer jonge tijd mondde in het dal der Flazbach bij Punt Muraigl gelijkvloers een dal uit, dat zich zonder trede via de Statzersee, St. Moritz Bad en God Surlej stroomopwaarts vervolgen laat tot de bodem van het meer van Silvaplana, die zelf weer zonder trede over-gaat in de bodem van de Silsersee, welke op zijn beurt zeer geleidelijk

stijgt naar de pashoogte van Maloja. Het geheele Inndal van Maloja via het verlaten dalstuk ten S van de bovengenoemde heuvelrug tot aan Punt Muraigl behoort dus tot één niveau. En daar de dalbodem van de Flazbach bij Punt Muraigl tot het dalbodemniveau van Samaden behoort, maakt ook het geheele bovenbedoelde gedeelte van het Engadin deel uit van dit niveau, het niveau X.

Ten N van de heuvelrug Crest'Alta — San Gian is eveneens een verlaten dal terug te vinden, dat echter veel smaller is dan het zuidelijke verlaten dal en dat ook een minder vereffend verval bezit dan het laatste. Ter hoogte van het Suvrettahaus ligt dit noordelijk verlaten dal 1860 m hoog, daalt van daar geleidelijk af naar St. Moritz Dorf en Celerina en mondt bij deze plaats gelijkvloers in de Inn. — Deze oude dalweg wordt gevolgd door de straatweg Samaden-St. Moritz Dorf-Campfer. — Ter hoogte van St. Moritz Dorf werd dit dal afgedamd door een bergstorting en de beek van het dal was gedwongen een andere uitweg te zoeken. Hij gleed af naar het S en mondde waarschijnlijk via de recente Innweg, de Charnadüra, in de Flazbach uit. Dat waarschijnlijk de weg via de Charnadüra gevolgd werd, blijkt daaruit, dat er een flauwe afhelling van het „Stadion” naar de kloofrand aanwezig is, welke wijst op een aanleg van de kloof in iets oudere tijd.

Het Surlej-Statzersedal ligt in het verlengde van de Silvaplannersee en zal dus doorstroomd zijn geworden door de Inn, terwijl het dal Suvretta Haus-St. Moritz Dorf het dal der Julierbeek geweest zal zijn, welke beek die van het Val Suvretta St. Moritz in zich opnam. Voortaan zal het dal Suvretta Haus-St. Moritz Dorf genoemd worden het dal van de Julier-Suvretta beek.

Na van groote gedeelten van zijn brongebied beroofd te zijn, was het Engadin voor de zodoende verzwakte Inn veel te breed. De Inn gebruikte voortaan slechts een gedeelte van de breedte van zijn eigen dalbodem en dit bleek uit bovenstaande het zuidelijke deel te zijn geweest, terwijl het noordelijk deel van het Engadin doorstroomd werd door de Julier-Suvrettabeek. Beide stroomden, over hun geheele verdere verloop gescheiden, naar het E en mondden ter hoogte van Celerina resp. Punt Muraigl uit in de Flazbach. Bij het begin van een nieuw erosiestadium sneden de Inn en de Julier-Suvrettabeek zich ieder in hun eigen dalbodem in en er ontstonden in het Engadin twee paralleldalen, van elkaar gescheiden door de heuvelrug Crest'Alta-la Stretta-San Gian. De hoogte van deze dalscheiding schommelt tusschen 1900 en 1950 m, welke hoogte overeenkomt met die van een weinig verlaagd niveau VIII. Direct na de tijd VIII zullen er in het Engadin tusschen de plaatsen Silvaplana en Samaden twee paralleldalen ontstaan zijn, waarvan het zuidelijk dal doorstroomd werd door de Inn. De Inn stroomde hier nog in de tijd X en had het verval van zijn dal, zooals in bovenstaande gebleken is, al vereffend tot Maloja, toen zijn loop verstoord werd tengevolge van een groote bergstorting bij Surlej. De Inn was hierdoor gedwongen zijn loop te verleggen; hij

sneed de dalscheiding naar het Julier-Suvrettadal door en vervolgde via dit dal zijn weg naar het E. Laatstgenoemd dal had echter nog geen vereffend verval: behoort over het gedeelte bij Celerina tot het niveau X, maar dit stuk gaat stroomopwaarts met een soort trede over in het dalstuk St. Moritz Dorf-Silvaplana, dat tot het niveau IX behoort. In laatstgenoemd dalgedeelte nu kwam de Inn te stroomen. Deze herwon echter spoedig zijn eigen loop, waarbij de dalscheiding ter hoogte van Campfer voor de tweede maal doorgesneden werd, de kloof daar ter plaatse ontstond en de heuvel Crest'Alta afgesnoerd werd. Zijn monding in de Flazbach, gelegen bij Punt Muraigl, had de Inn dus behouden; maar deze werd tenslotte verstoopt door moreenemateriaal, zoodat de Inn gedwongen was een nieuwe uitweg te zoeken, die hij tenslotte vond in de Charnadüra, welke in eerste aanleg gevormd was door de Julier-Suvretta. Het meer, dat ontstaan was ten gevolge dezer opstuwing der Inn liep voor een gedeelte leeg (15, 16): de Inn had zijn loop verkregen, die hij nu nog volgt.

Door de verlegging van de Inn van Surlej over Campfer naar St. Moritz Bad, kwamen de beken Julier en Suvretta St. Moritz direct in de Inn te monden; het dal van deze beken over het gedeelte Campfer-Celerina werd verlaten. Daar de Inn tusschen de plaatsen Punt Muraigl en Maloja in het niveau X gelegen was, tot welk niveau eveneens het nieuwe dalstuk Surlej-Campfer-St. Moritz Bad in zeer korte tijd uitgediept moet zijn geworden, werd de erosie van de beide bovengenoemde beken dus sterk vergroot en ontstond de kloof aan hun monding, die meer naar het W lag dan voordien, daar de beken langs zoo'n kort mogelijke weg de Inn trachtten te bereiken. Deze verlegging is dus niet, zooals Staub (44) dat aanneemt, een zekere aanwijzing, dat het Addasysteem zich tot la Stretta bij St. Moritz teruggesneden heeft. Bovendien is uit bovenstaande gebleken, dat la Stretta geen waterscheiding is tusschen Inn- en Addasysteem, maar deel uitmaakt van de dalscheiding tusschen twee parallelrivieren van het Innsysteem zelf.

VAL CHAMPAGNA.

Het ontstaan van het Val Champagna schijnt te dateeren uit de tijd IV, daar dit het oudste niveau is, dat in dit dal teruggevonden wordt. Het tot stand komen van dit dal naast het Val Muraigl in het, van de Rijnhydrografie geërfde, zeer breede dalstuk der Tschimas, is op dezelfde wijze te verklaren als het ontstaan der paralleldalen Inn en Julier-Suvretta. Evenzoo kan men zich het ontstaan der paralleldalen Fex en Fedoz denken.

B. DE AFTAPPINGEN

De oudste aftapping van het Innsysteem in het Err-Berninagebied had plaats door een zijrivier van de Inn zelf, nl. door de Spöl. Deze rivier bereikte de dalen Minor en del Fain, toen hun boven-

loop in het niveau IV was komen te liggen (foto 11). Na de aantapping dezer dalen sneed de Spöl zich nog verder naar het W terug, nl. tot de Pascolo di Lagalb, welke een hoogte bereikte van 2470 m; de Spöl bereikte de Berninabeek dus nog niet. Ongewijfeld zou deze beek eveneens door de Spöl afgetapt zijn geworden, was deze rivier zelf niet door het Addasysteem afgetapt (foto 16), welk systeem tegelijkertijd het Val Bernina aantapte. Deze aftapping had plaats, toen het Val Bernina, ter plaatse van de meren, in het niveau VI was komen te liggen. Ook op andere plaatsen heeft het Addasysteem groote gedeelten van het rivierstelsel der Inn geroofd. Voor het Boven-Engadin komt van deze aftappingen alleen die van de Forno-beek bij Maloja in aanmerking. De hoogte van de Malojapas behoort zooals uit het voorgaande gebleken is, tot het niveau X, welk niveau (verg. de Inleiding) ontstaan is voor de Würm Ijstijd. Hierop nu wijst ook het karakter van de Malojapas, die o.a. in het park van het Slot Belvédère vele prachtige gletschermolens bezit, die er niet alleen op wijzen, dat dit dalbodenniveau al voor de laatste ijstijd bestond, maar tevens, dat toentertijd ook al de aftapping van het Fornodal plaats gevonden moet hebben, waardoor de hooge trede bij Maloja ontstaan is: Gletschermolens kunnen slechts ter plaatse van de dwars-spleten ontstaan, welke veroorzaakt zijn door een knik in het lengte-profiel van de gletscher.

Niet alleen aan het Addasysteem, maar eveneens aan het Rijn-systeem heeft de Inn groote gedeelten van zijn stroomgebied verloren. De Rijn heeft door middel van zijn zijrivieren Albula en Julia de twee noordelijke zijbeken van de Inn, de Julierbeek en de Ova d'Alvra, afgetapt, waardoor de dalen dezer beken tot pasovergangen geworden zijn. Deze aftappingen hadden plaats, toen de dalen der twee bovengenoemde beken in de aantappingslijn in het niveau V waren komen te liggen (foto 13 en 15).

VIERDE HOOFDSTUK

ALGEMEENE CONCLUSIES OVER HET KARAKTER DER DALEN VAN HET ERR-BERNINAGEBIED

A. HET KARAKTER DER DALEN VAN DE RIJNHYDROGRAFIE

De dalen der Rijnbronbeken schijnen wijde, breede dalen te zijn geweest (foto 1 en 2). Bovendien zou men geneigd zijn aan te nemen, dat zij een vereffend, zeer klein verval vertoonden, daar men de „Rijn“-vervlakkingen ten S en ten N van het Engadin op vrijwel dezelfde hoogteligging aantreft. Bovengenoemde gevolgtrekking mag echter niet zonder meer gemaakt worden, aangezien de mogelijkheid niet uitgesloten is, dat bij de jongere sterke inbuiging van de Boven-Engadiner synklinale, het Errgebied ten opzichte van het Berninagebied een andere relatieve hoogteligging verkregen heeft. Daarom is bij de onderlinge verbinding van de resten der twee oudste niveaus, ten N van het Engadin gelegen, met die, welke ten S van het Engadin liggen, minder gelet op een overeenstemmende hoogteligging, dan wel op een overeenkomend dwarsprofiel of dito karakter dezer beide categorieën der twee oudste niveauresten.

Het niveau I ligt op een absolute hoogte van ongeveer 3000 m, terwijl de hoogste bergen van het Err-Berninagebied een hoogte van ongeveer 4000 m bereiken. Ten tijde, dat dit gebied deel uitmaakte van het Rijnsysteem (in het Oligoceen) bezat het Berninagebergte derhalve het karakter van een middelgebergte met breede, rijpe dalen.

B. HET KARAKTER DER DALEN VAN DE INNHYDROGRAFIE

a. HET TROGKARAKTER.

Een vergelijkend onderzoek der dalen, die tot het Innsysteem behoren, heeft aangetoond, dat vele dezer dalen een verschil in leeftijd ten opzichte van elkaar vertoonen en dat bovendien enkele hunner in de lengterichting ontstaan zijn door samenvoeging van dalstukken van verschillende ouderdom. Dit blijkt uit de onderstaande tabel:

	aanleg	dateert	uit	de	tijd	
Val Morteratsch						II.
Val Pers	"	"	"	"	"	I.
Val Roseg	"	"	"	"	"	III.
Val Tschierva	"	"	"	"	"	I.
Val Minor (benedenloop)	"	"	"	"	"	III.
(bovenloop)	"	"	"	"	"	II of I.
Val del Fain (benedenloop)	"	"	"	"	"	III.
(bovenloop)	"	"	"	"	"	II of I.
Val Bernina (beneden Morteratsch)	"	"	"	"	"	II.
(boven Morteratsch)	"	"	"	"	"	III.
(boven Berninahäuser)	"	"	"	"	"	II of I.
Val Languard	"	"	"	"	"	II of I.
(kloof)	"	"	"	"	"	VI.
Val Muraigl (benedenloop)	"	"	"	"	"	VI.
(bovenloop)	"	"	"	"	"	II of I.
Val Champagne	"	"	"	"	"	IV.
Inndal	"	"	"	"	"	III.
Val d'Alvra	"	"	"	"	"	III.
Val Bevers (benedenloop)	"	"	"	"	"	III.
(boven Spinass)	"	"	"	"	"	IV.
(bovenloop)	"	"	"	"	"	III.
Valletta Samaden (benedenloop)	"	"	"	"	"	V.
(bovenloop)	"	"	"	"	"	III.
Val Suvretta St. Moritz	"	"	"	"	"	III.
(recente monding)	"	"	"	"	"	X.
Val Julier	"	"	"	"	"	IV.
(recente monding)	"	"	"	"	"	X.

Vergelijkt men die dalen met elkaar, die door ongeveer gelijke hoeveelheden water doorstroomd zijn, dan valt veelal op een verschil in dalbreedte, zoo tusschen de dalen Roseg en Morteratsch, van welke dalen het Val Roseg het smalste is en meer een soort trogkarakter vertoont. Eveneens bezit het Beversdal, over een gedeelte van zijn loop, nl. over het stuk Spinass-Palüd Marscha, een soort trogkarakter. En dit blijkt juist het jongste gedeelte van het dal te zijn. Eveneens is het Val Roseg één stadium jonger dan het Val Morteratsch. Die dalen of daldeelen, die in het Boven-Engadin het trogkarakter vertoonen, zijn ten opzichte van andere dalen resp. daldeelen dus jonger. Hierdoor zou men mogen verwachten, dat het lengteprofiel dezer jongere trogdalen een grooter verhang zou vertoonen dan dat der oudere dalen. Waargenomen wordt echter, dat de lengteprofielen vrijwel overeenstemmen. Daaruit volgt, dat deze jongere dalen, resp. dalstukken in het tijdsverloop tusschen hun ontstaan en thans een sterkere diepte-erosie gepresteerd hebben dan de oudere dalen en derhalve minder kracht voor zijwaartsche erosie ter beschikking hadden, wat in het dwarsprofiel tot uiting komt. Dit vertoont dan ook een soort trogkarakter. De ontstaanswijze dezer trog-

dalen door glaciële erosie moet voor het Engadin dan ook bestreden worden. Mede is hierdoor voor het Engadiner dalsysteem, dat in zijn geheel door groote gletschers doorstroomd was, te begrijpen, waarom niet alle dalen het trogkarakter vertoonen.

b. HET ZWEVENDE KARAKTER

De Inn en zijn groote zijdalen, uitgezonderd de pasdalen, bezitten geen van allen een zwevend karakter. Op het eerste gezicht lijkt het wel of het Inndal boven Celerina zweeft ten opzichte van het Engadin bij Samaden, maar bij nader onderzoek blijkt, dat de Charnadüra een jonge kloof is, terwijl de verlaten, prae-Würm dalbodem zonder trede te vervolgen is van Punt Muraigl af tot Maloja. Evenmin is het Berninadal boven Pontresina, ondanks de kloof daar ter plaatse, ten opzichte van de dalbodem der Inn bij Samaden een zwevend dal. Deze kloof is nl. zeer jong. Het Val Bernina verliep in de omgeving van Pontresina in de tijd X, oorspronkelijk meer in het W, nl. over „Tais” via het dalstuk, dat nu door de Berninabahn tusschen de halten Punt Muraigl en Pontresina gevolgd wordt, naar het N. Deze loop werd door moreene-materiaal verstoppt en in postglaciaaltijd is de kloof bij Pontresina gevormd. Het Berninapasdal is daarentegen wel een zwevend dal. Dit is echter een onthoofd dal, waardoor het sedert de aantapping, ten opzichte van de breedte van zijn dalbodem, te weinig water bezat. Verder vertoonen de kleine zijdalen der Inn, die van het begin van hun ontstaan af een klein brongebied en daardoor een kleine hoeveelheid water bezitten, een soort zwevend karakter. Dit „zwevend” is niet op te vatten in dien zin, dat de hooggelegen bodem der zijdalen zich uitstrekt tot het Engadin en van hier af in de vorm van een hooge trede afbreekt naar dit dal. Veeleer treft men tuschen de „zwevende” dalbodem van het zijdal en het hoofddal een lang stuk dal met een groot verval aan, de zg. verbindingskloof. Deze verbindingskloof is in de meeste gevallen te verdeelen in verschillende boven elkaar gelegene, korte en smalle stukken dalbodem, waartusschen zich treden met groot verval schakelen. Stroomopwaarts worden deze kleine stukken dalbodem steeds langer en breeder ten koste van de treden ertusschen, zoodat tenslotte deze dalbodems het sterkste op den voorgrond gaan treden en de trappen ertusschen een secundair karakter in gaan nemen. Het dalkarakter gaat hierdoor geleidelijk over van een kloof- in een open-dal-karakter. Uit de verte gezien merkt men deze bovengenoemde geleidelijke overgang echter niet op; neemt men veeleer een kloof en een breeder dalstuk waar, waardoor de indruk gevestigd wordt, dat men met een zwevend dal te doen heeft. In werkelijkheid is zoo'n dal een „getrapt” dal.

Bij het onderzoek dezer „getrapt-zwevende” dalen is gebleken, dat hun dalbodemstukken, bv. die van het Val Saluver (foto 8), te verbinden zijn met terrassen in het Engadin. Door al deze waarnemingen is de glaciële ontstaanswijze van soortgelijke „zwevende” dalen zeer

te betwijfelen. Dit karakter is veeleer fluviatiel te begrijpen. Zooals reeds gezegd, is het „zwevende” karakter slechts bij die dalen, die over een klein brongebied beschikken, terug te vinden. Het zou nu te denken zijn, dat deze beken zoo'n kleine waterhoeveelheid en daardoor geringe erosiekracht bezaten, dat ze tijdens de ontwikkeling der Innhydrografie in hun verticale erosie geen gelijke tred konden houden met die van de Inn of diens zijbeken, waardoor ze „zwevend” of beter gezegd getrapt werden. De boven gegeven verklaring zou misschien in staat kunnen zijn eenig licht te werpen op de datum der aftappingen in het Err-Berninagebied.

Vergelijkt men de pasdalen met de bovengenoemde „zwevende” dalen, dan blijken de pasdalen veel meer een zwevend karakter te bezitten, hetwelk het mooiste te zien is aan het Val Bernina. Dit dal vertoont tusschen de spoorstations Morteratsch en Berninahäuser een getrapt, kloofvormig karakter; boven Berninahäuser echter een breede dalbodem, die zich stroomopwaarts vervolgen laat tot even onder de pasmeren (foto 14); eerst van daar af geleidelijk overgaat in een hooger, ouder niveau. Pas onder Berninahäuser is dus het karakter van het Val Bernina te vergelijken met dat der bovenbeschreven trapvormige dalen, welke hun ontstaan te wijten hebben aan een kleine watertoevoer. Men mag dus veronderstellen, dat het trapvormig karakter van het bovenbedoelde gedeelte van het Val Bernina ook tengevolge eener kleine watertoevoer ontstaan is of m.a.w. moet na de tijd, waarin de lange dalbodem van Berninahäuser, die behoort tot het niveau VII, ontstaan is, de Berninabeek door het Addasysteem afgetapt zijn, waardoor de waterhoeveelheid van de Berninabeek sterk verminderd werd. Deze aftapping moet volgens het bovenstaande plaats gehad hebben op de grens tusschen de tijden VII en VIII. Weliswaar ligt het punt der aantapping in het niveau VI, maar dit niveau heeft toch langere tijd noodig gehad zich van het Engadin naar de Berninapas terug te snijden.

De dalen Minor en del Fain zweven ten opzichte van het Val Bernina en zijn zwevend van het niveau VI af. De aftapping door de Spöl zou hier dus plaats gehad hebben op de grens tusschen de tijden VI en VII. En dit nu is juist één ontwikkelingsstadium vroeger dan de aftapping van het Val Bernina door het Addasysteem, waartoe ook langs andere weg al geconcludeerd was. De punten der aantapping van de dalen Minor en del Fain liggen in het niveau IV. Hier ligt dus een tijd van twee erosiestadia tusschen het ontstaan van het punt der aantapping en de tijd der aftapping. Dit tijdsverloop zal uit onderstaande echter zeer aannemelijk blijken te zijn. Het niveau IV is van het Boven-Engadin te vervolgen via Zuoz naar Süs (4) en vertoont over deze geheele lengte slechts een verval van 50 m. In de tijd IV bezat de bij Zernez mondende Spöl dus niet de kracht zich sterk terug te snijden. De lagere niveaus van het Engadin vertoonen echter een sterker verval; daardoor bezat de Spöl een grooter verval dan de dalen del Fain en Minor en kon deze tenslotte met succes ont-

hoofden. Maar den kracht van het Addasysteem was hij niet gewassen (foto 16).

De Albulapas is zwevend van het niveau VII af. De aftapping heeft dus waarschijnlijk op de grens tusschen de tijden VII en VIII plaats gehad. Eveneens die van het Julierpasdal. Ook bij deze dalen is dus een betrekkelijk groot verschil tusschen de leeftijd der aantapping en de leeftijd van het niveau, waartoe het punt der aftapping behoort. Dat er echter tusschen de vorming der Albulapashoogte (foto 15) en de aantapping een lange tijd verlopen moet zijn, volgt uit het feit, dat men het niveau V van de pashoogte vervolgen kan tot de Murtel di Crap Alv. Het geheele dal had zijn bodem dus al in het niveau V verkregen, toen de aftapping plaats had.

UEBERSICHT

Im Err-Berninagebiet werden die Zeugen des Geschehens während zehn verschiedener Erosionsperioden gezeigt, wie sie durch Begehungen in den Sommermonaten der Jahre 1933 und 1934 festgestellt wurden. Aus diesen Resten wurde die Talentwicklung des Err-Berninagebietes in folgender Weise rekonstruiert.

Die Reste der zwei ältesten Erosionsperioden, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Oligozän zugerechnet werden dürften — Parallelisierung mit den korrelaten Ablagerungen der oligozänen Nagelfluh-Delta's im Schweizer-Mittelland — stellen im Ober-Engadin nicht Terrassenreste, sondern hochgelegene Passübergänge (Fuorcla) dar. Die Richtung dieser Fuorcla's zusammen mit den nördlich und südlich des Ober-Engadin gelegenen Verflächungen der zwei ältesten Erosionsperioden, erweist, dass sie nicht dem Innsystem angehören, sondern einem früheren Quellgebiete des Rheines. Bei der darauf folgenden Entwicklung des Err-Berninagebietes ist wegen der Entstehung des Engadiner Längstals dieses Quellgebiet dem Ober-Engadiner Flusssystem tributär geworden. Erst in noch späterer Zeit ist es dem Rhein gelungen, einen Teil seines früheren Quellgebietes zurück zu gewinnen, was durch die Enthauptungen der Bäche des Julier- und des Albulapasses angedeutet wird. Ausgeschlossen erscheint, dass es unter gleichbleibenden Umständen dem Rhein gelingen wird, das gesamte Err-Berninastromgebiet völlig an sich zu ziehen; denn das Innsystem hat inzwischen im S schon grosse Teile des Berninagebietes an das Insubrische System abtreten müssen. Dieses System besitzt eine viel grössere Erosionskraft als der Rhein, sodass es das Err-Berninagebiet viel stärker an sich ziehen kann als der Rhein.

DER TALCHARAKTER

a. DER TROGCHARAKTER

Obwohl das Err-Berninagebiet in der Glazialzeit stark vergletschert gewesen ist, zeigen die Täler nur selten den echten Trogcharakter. Diesen findet man z.B. im Rosegtal und in einem Teil des Beverstales. Durch die Untersuchung der Terrassen im Arbeitsgebiete hat sich ergeben, dass das hiergenannte Tal, bzw. Talstück jünger ist als die Nachbartäler gleicher Wasserführung. Man könnte also erwarten, dass das Längsprofil dieser jüngeren Täler ein grösseres Gefälle zeigen würde als dasjenige der älteren Täler. Im Gegensatz hierzu stimmen die Längsprofile beider Kategorien überein. Daraus ergibt sich, dass diese jüngeren Täler im Zeitraum zwischen ihrer Entstehung und der Jetztzeit eine grössere Tiefenerosion geleistet

haben als die älteren Täler und deshalb nur eine geringere Seitenerosion ausüben konnten, was sich im Querprofil dadurch äussert, dass dieses einen gewissen Trogcharakter aufweist. Die Entstehungsweise dieser Trogtäler durch Glazialerosion muss denn auch bestritten werden. Hierdurch wird auch verständlich warum nicht alle Täler des Engadiner Talsystems, das in seiner Gesamtheit von mächtigen Gletschern durchströmt wurde, den Trogcharakter aufweisen.

b. DER HÄNGETALCHARAKTER

Im Err-Berninagebiet könnten eventuell die kleine Seitentäler und die Passtäler als Hängetäler bezeichnet werden. Die kleineren Seitentäler münden meist mit einer Schlucht ins Engadin. Bei eingehender Untersuchung hat sich aber ergeben, dass in der Schlucht die jüngeren Niveaus des Engadiner Talsystems zurück zu finden sind und zwar in der Form schmaler, kurzer Verflächungen, sodass die Schlucht den Charakter einer Treppe aufweist. Auch oberhalb der Schlucht besitzt das Tal denselben gestuften Charakter; nur sind hier die Niveaus als noch breitere und längere Talböden entwickelt, während die Stufen dazwischen stromaufwärts immer niedriger werden, wie dies auch schon in der Schlucht der Fall ist. Wegen dieser Verflachung der Treppenform des Tales erscheinen die oberen Talböden aus der Ferne gesehen wie *ein* Niveau, weswegen man solch ein Tal ein „Hängetal“ genannt hat, eine Benennung, die aber, wie oben angegeben, nicht zutrifft. Weil nun in den sogenannten „Hängetälern“ alle Niveaus des Innsystems festgestellt werden, ist die glaziale Entstehung dieses Talcharakters ab zu weisen, und muss die ganze Bildung dieser Täler durch fluviatile Erosion erklärt werden, und zwar in folgender Weise: Die kleine Seitengewässer der Inn blieben in der Erosionsleistung hinter der der Inn zurück und konnten in den Ruhenpausen nur kurze Talböden bilden. Der sog. Hängetalcharakter steht also im ursächlichen Zusammenhang mit einer kleinen Wassermenge.

Dieser Umstand könnte vielleicht über den Zeitpunkt der Anzapfung der Bernina-, Albula- und Julierpässe belehren:

Das Val Bernina zeigt am besten den Hängetalcharakter; zwar besitzt die Schlucht zwischen den Haltestellen Morteratsch und Berninahäuser die obengenannte Treppenform, aber das ganze Talstück von Berninahäuser an bis kurz unter die Passseen gehört einem und demselben Talboden an. Man kann also das Berninatal von diesem Niveau an als Hängetal betrachten. Erst nach Entstehung dieses Niveaus konnte die Tiefenerosion des Baches denjenigen der Inn nicht in gleichem Mass folgen: es muss damals die Wasserführung des Berninatales sehr stark reduziert worden sein. M.a.W. sofort nach dem Entstehen des Niveaus von Berninahäuser — dies gehört dem Niveau VII an — hat die Enthauptung des Berninabaches seitens des Adda-Systems stattgefunden, also auf der Grenze der Zeit VII und der Zeit VIII. In ähnlicher Weise konnten die Enthauptungen des Val Julier und des Albulapasstals datiert werden.

LITERATUUROPGAVE

1. Arbenz, P. Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz. Viertelj. Nat. Ges. Zürich 1913.
2. Burger. Strittige Fragen der Glazialmorphologie. Geogr. Jahresbericht aus Oesterreich Bd. XVI 1933.
3. Cadisch, J. Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Nagelfluh. Eclog. Geol. Helv. Bd. 18 1922.
4. — Der Bau der Schweizer Alpen. Verlag Orell Füssli. Zürich 1926.
5. Collet, L. W. The Lakes of Scotland and of Switzerland. Geogr. Journal Vol LXVII, 3 1926.
6. Cornelius, H. P. Ueber die Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. Neue Folge XLV Lfg.
7. — Vorläufige Mitteilung über geologische Aufnahmen in der Piz d'Errgruppe Beitr. geol. Karte der Schweiz. Neue Folge L Lfg. 1923.
8. Dorno, C. Grundzüge des Klimas von Muottas Muraigl. Schweiz. Inst. für Hochgeb. Forschung in Davos Hft. 3 1922.
9. Eggenberger, H. Geologie der Albulazone zwischen Albulahospiz und Scansf. Bern Diss. 1925.
10. Eugster, H. Geologie der Ducangruppe. Beitr. geol. Karte der Schweiz N.F. 1928.
11. Flückiger, O. Pässe und Grenzen. Mitt. geogr.-ethnogr. Ges. Zürich Bd. 27/28 1928.
12. Früh, J. Geographie der Schweiz. Bd. I St. Gallen 1930.
13. Geographisches Lexikon der Schweiz. Verlag Attinger, Neuenburg 1902/1910.
14. Heim, Alb. Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878.
15. — Die Seen des Oberengadins. Jahrbuch S.A.C. Bd. 15 1879/1889.
16. — Geologie der Schweiz. Verlag Tauchnitz, Leipzig 1919/22.
17. — Ueber die Gipfelflur der Alpen. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich 1922.
18. Lautensach, H. Die Uebertiefung des Tessingebietes. Geogr. Abh. N.F. Hft. I 1912.
19. Machatschek, Fr. Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien Abt. I Hft. 4 1922.
20. — Zur Morphologie der Schweizeralpen. Festschr. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1928.
21. — Talstudien in der Innerschweiz und in Graubünden. Mitt. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich Bd 27 1928.
22. — Tal- und Glazialstudien im oberen Inngebiet. Mitt. Geogr. Ges. Wien Bd. 76 I-3. 1933.
23. Machatschek, Fr. und Staub, W. Morphologische Untersuchungen im Wallis. Eclog. Geol. Helv. Bd. 20 1927.
24. Maull, O. Grundsätzliche Fragen der Alpenmorphologie. Geogr. Jahresber. aus Oesterreich 1933.
25. Morawetz, S.O. Beiträge zur Geomorphologie der Kreuzeck- und Reisseckgruppe. Veröffentlichungen geogr. Inst. Graz Hft. 3 1930.
26. Neef, E. Die Entstehung vorglazialer Hängetäler. Geogr. Anzeiger 35 Jahrg. Hft. 4 1934.
27. Nussbaum, F. Die Täler der Schweizeralpen. Mitt. alpines Museum Bern 1910.

28. Oestreich, K. Praeglaciale Vorm der Oost-Alpen. Tijdschr. Aardr. Genootschap Afl. 4 1925.
29. Ott, E. Geologie der westlichen Bergünnerstöcke. Beitr. geol. Karte Schweiz N.F. 49 1925.
30. Pannekoek, A. J. Het praeglaciale Relief van de Alpen. Tijdschr. Onderw. Aardr. Juli 1934.
31. Penck, A. Gletscher und Eiszeit. Samml. gem. Vorträge. Prag 1880.
32. — Die Gipfflur der Alpen. Sitz. Ber. preuss. Ak. Wissensch. Berlin 1919.
33. Penck, A. und Brückner, E. Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1909.
34. Philipp, H. Gletscheruntersuchungen in den Ostalpen. Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. XX. 1932.
35. Richter, E. Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Erg. Heft Peterm. Mitt. 132 1900.
36. Richter, M. Zum Problem der alpinen Gipfflur. Zeitschr. f. Geomorphologie Bd. 4 1929.
37. Salomon, W. Können Gletscher in anstehendem Fels Kare, Seebecken und Täler erodieren? Neu. Jahrb. Min. Bd. II. 1900.
38. Schlüter, O. Der Roseggletscher. Geogr. Anzeiger 18 1917.
39. Schuppli, H. Petrographische Untersuchungen im Gebiete des Piz Languard. Diss. Zürich 1921.
40. Sölch, J. Studien über Gebirgspässe. Stuttgart, 1908.
41. Staub, R. Zur Tektonik des Berninagebirges. Viertelj. Nat. Ges. Zürich 1914.
42. — Zur Geologie des Ober Engadin und Puschlav. Eclog. geol. Helv. Vol XIV, 2. 1916.
43. — Der Bau der Alpen. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 52 1924.
44. — Grundzüge und Probleme Alpiner Morphologie. Denkschr. Schw. Nat. Ges. Bd. LXIX Abh. I.
45. Tarnuzzer, Chr. Bernina; Heutal und Val Minor. Samaden 1918.
46. — Die Eiszeit der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung ihrer Spuren in Graubünden. Zeitschr. Natur und Technik Jahrg. VI 1924.
47. Tarnuzzer und Grubenmann. Geologie des Unter-Engadins. Beitr. geol. Karte Schweiz NF XXIII Lfg.
48. Trümpy, D. Zur Tektonik des untern Ostalpinen Decken Graubündens. Vierteljahrschr. Nat. Ges. Zürich LVIII Jahrg. Hft. I, II 1913.
49. Theobald, G. Das Unterengadin. Zürich 1860.
50. — Naturbilder der Rhätischen Alpen.
51. Waldbaur, H. Hängetäler im Ober Engadin und Bergell. Ostalpine Formenstudien Abt 2. Hft 2. 1923.
52. Ziegler, J. M. Ueber das Verhältnis der Topografie zur Geologie. Verlag Wurster. Zürich 1876.

KAARTEN

1. Topographischer Dufouratlas der Schweiz 1 : 100000. Bladen XV Davos-Martinsbruck. XX Sondrio-Bormio.
2. Topographischer Atlas der Schweiz 1 : 50000. Bladen Berninapas, Ofenpas, Albulapas.
3. Geologische Uebersichtkarte des Ober- und Unter-Engadins. Opgenomen door Theobald; omgewerkt door Ziegler.
4. Geologische Karte der Err-Juliergruppe 1 : 25000. Opgenomen door Cornelius (2 bladen). Francke. Bern 1933.

The first part of the report is devoted to a general
 description of the country and its resources. It
 is followed by a detailed account of the
 various industries and occupations of the
 people. The report then proceeds to a
 description of the climate and the
 diseases which are prevalent in the
 country. The last part of the report
 contains a list of the principal
 towns and villages in the country.

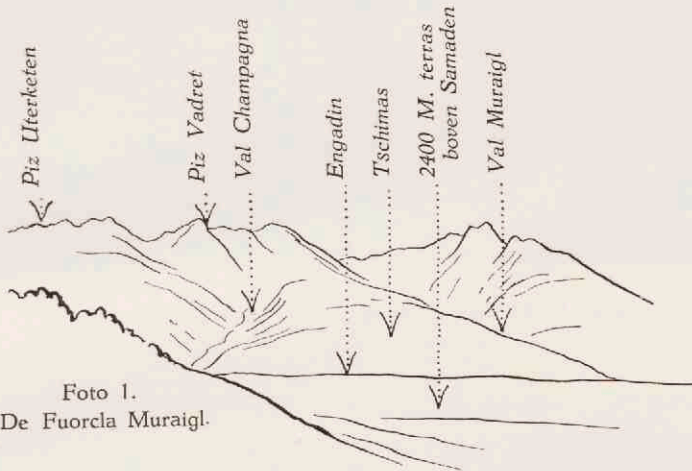


Foto 2. De sneeuwvlakte van de Fuorcla Languard
(rechts het Val Bernina)



Foto 5. De breede vlakte van de Fuorcla Crap Alv.



Foto 6. Het niveau II (2880 M.) ten E van de Piz Ot
(op de voorgrond het Engadin met Samaden)



Foto 7. De Boven Engadiner Meren.

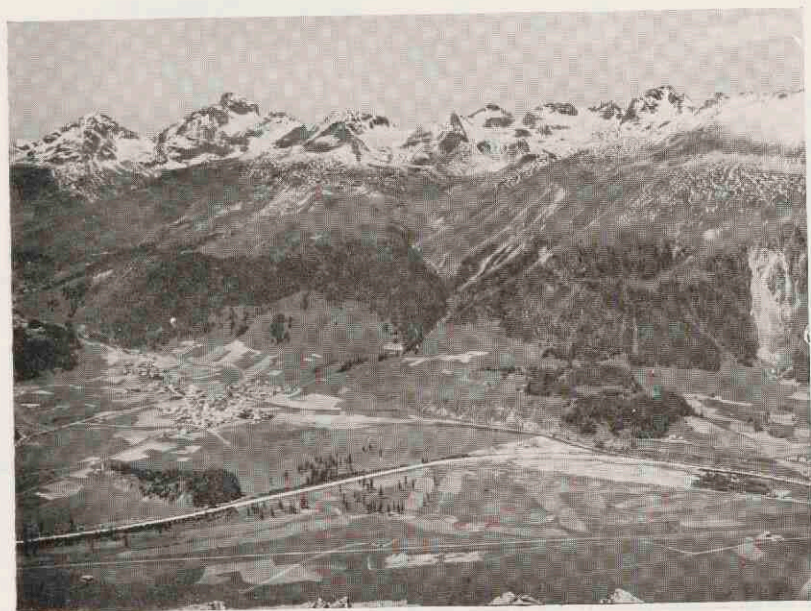


Foto 8. Het Val Saluver
(op den voorgrond het Engadin met Celerina)

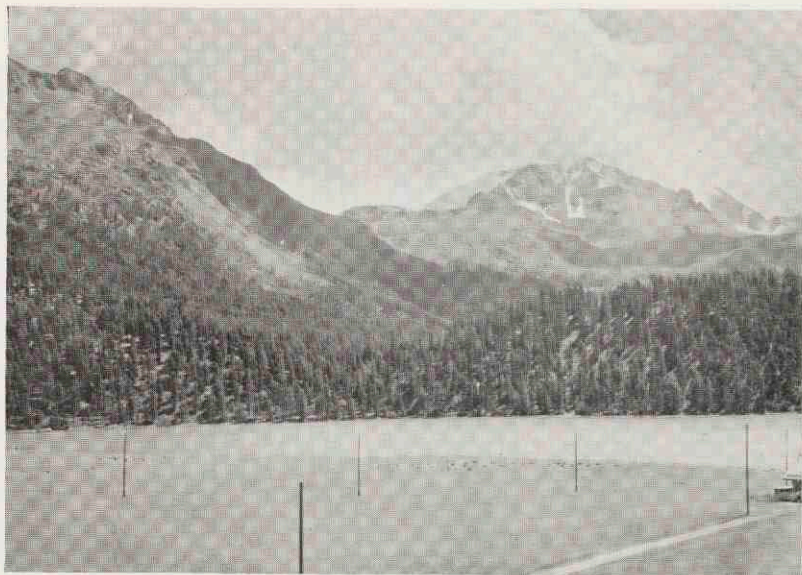


Foto 9. De Fuorcla Surlej (rechts de Piz Corvatsch)

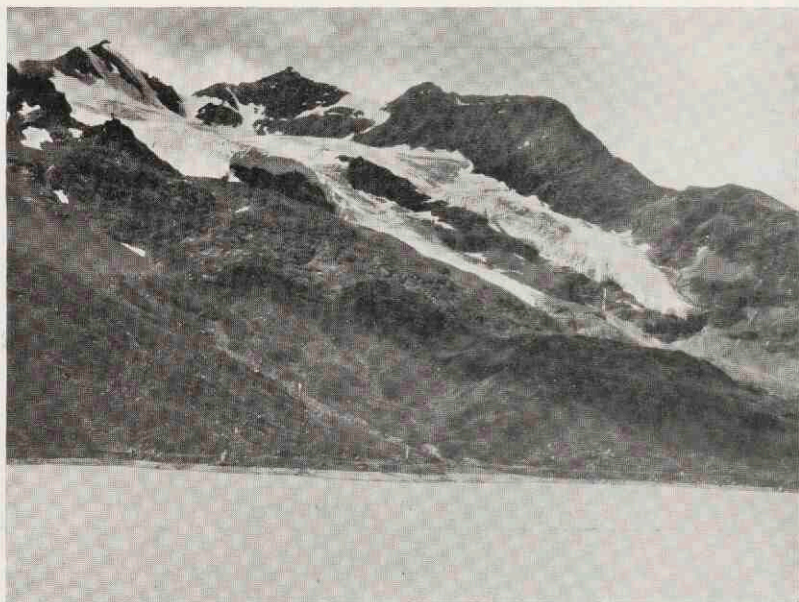


Foto 10. De Piz Tschierva
(meer naar links de Vadret en Vadretin Misaun)



Foto 11. De Fuorcla Minor
(op de voorgrond het Val Lagone met la Motta)

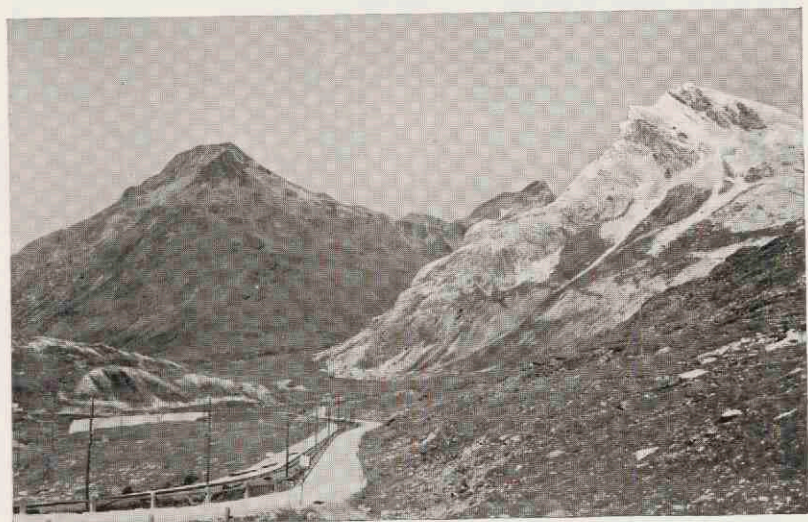


Foto 12. De Fuorcla Languard
(links de Piz Albris; rechts op den voorgrond de Piz Alv).

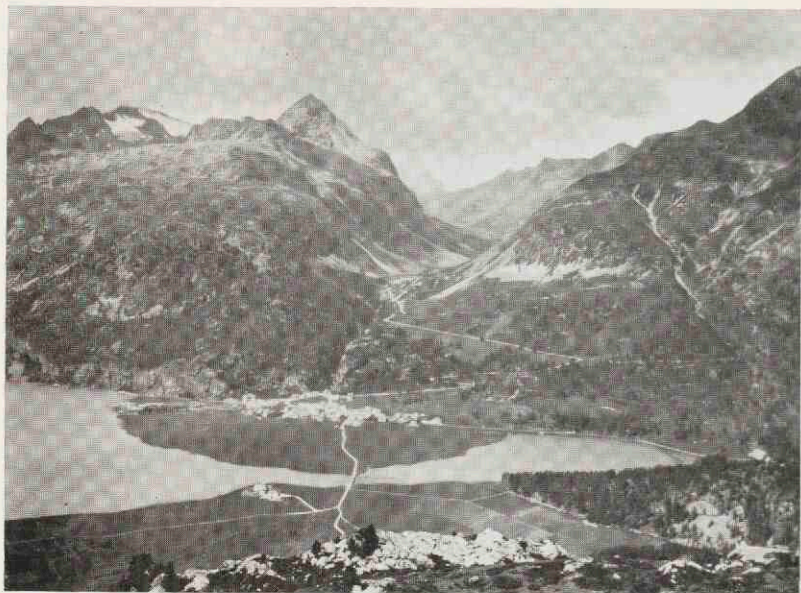


Foto 13. Het Dal van de Julierpas
(op den voorgrond den delta met Silvaplana)

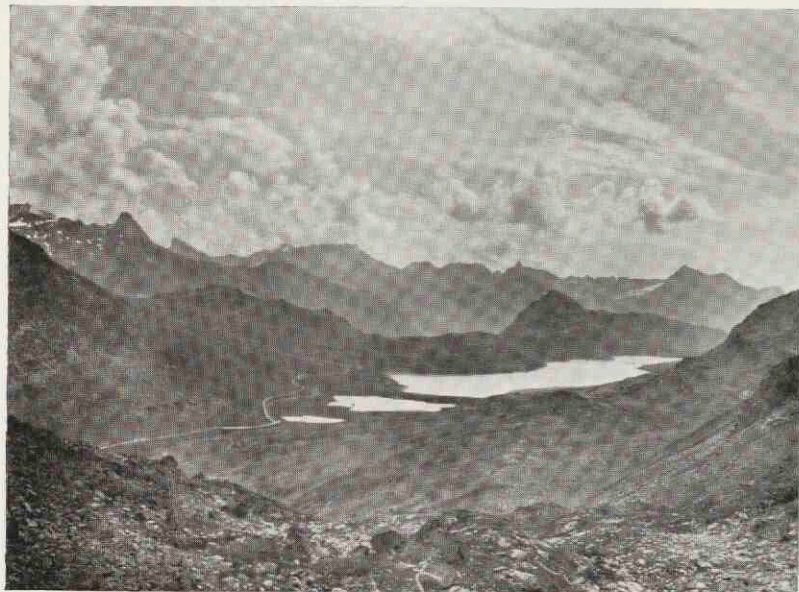


Foto 14. De Bernina Pas (gezien naar het S)

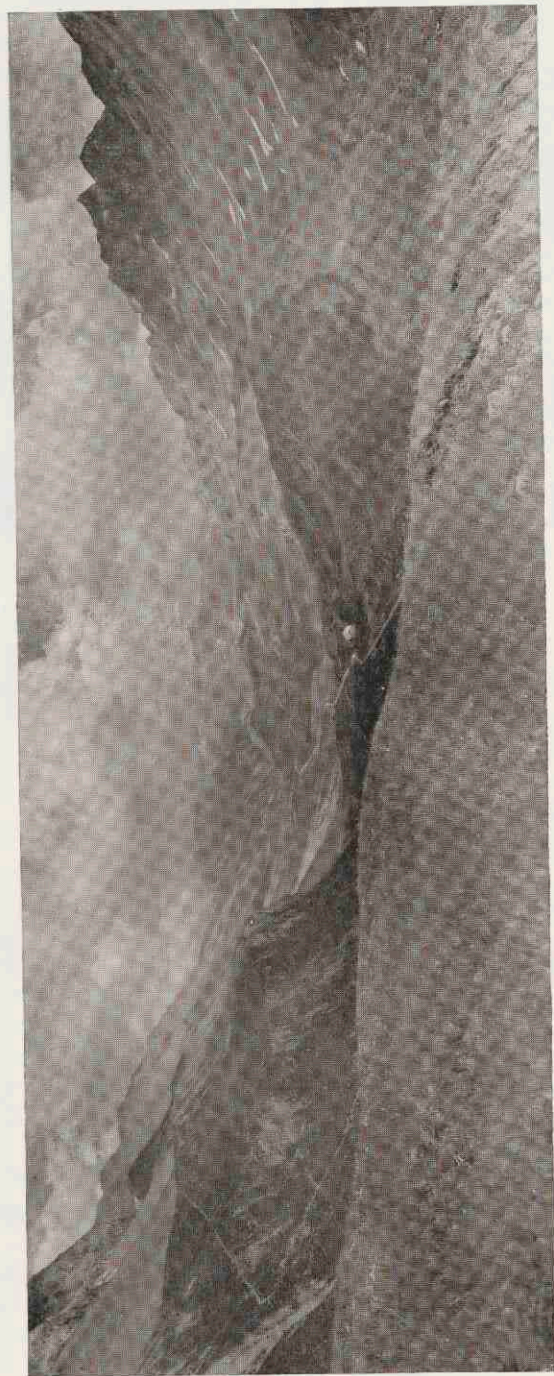


Foto 15. Albulapas met terweerszijden terrasresten van niveau IV.

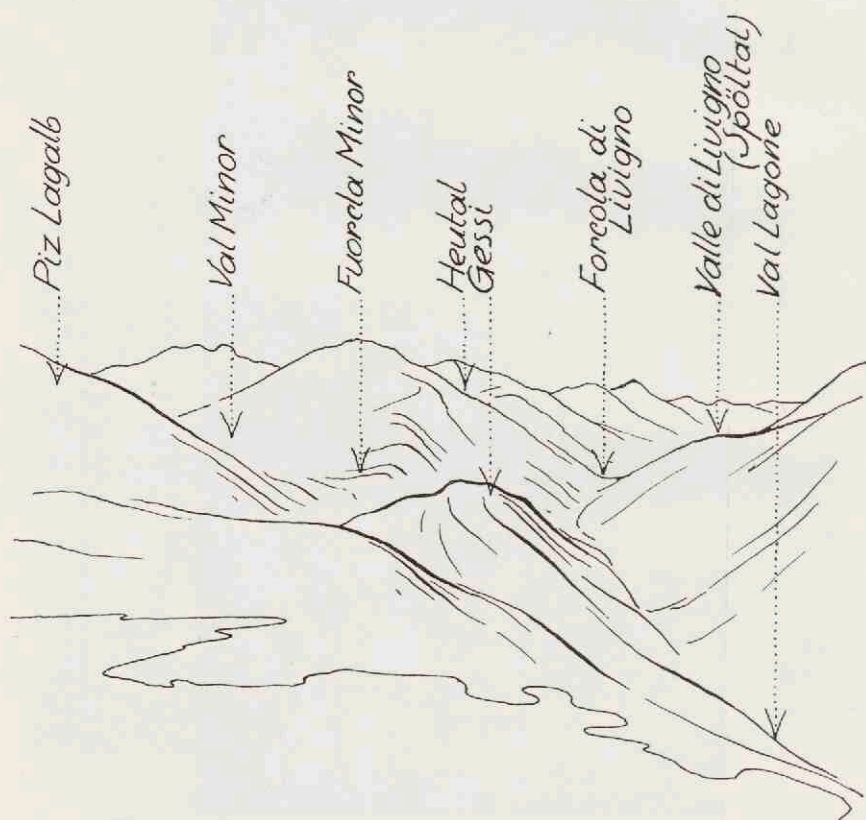
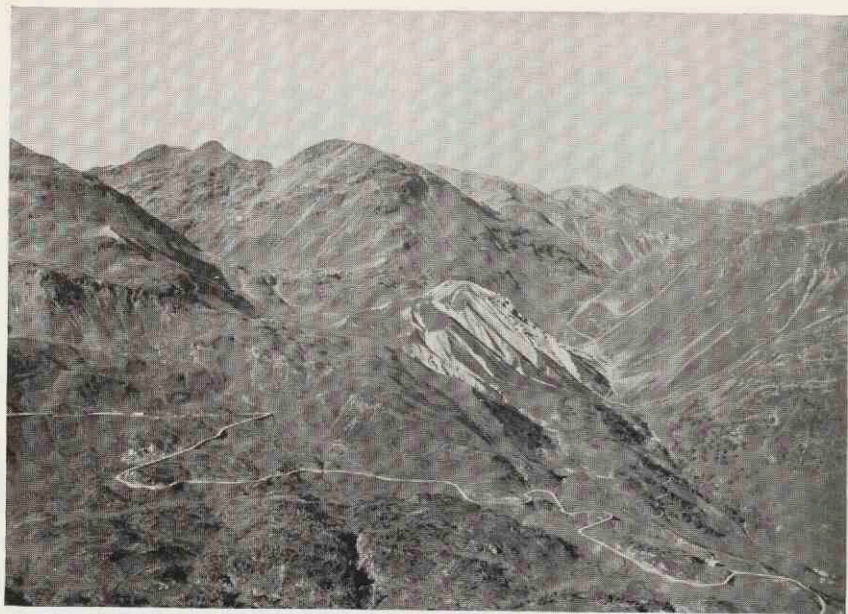


Foto 16. De dubbele aftapping (Spöl-Minor en Lagone-Minor) ten E. van de Berninapas.

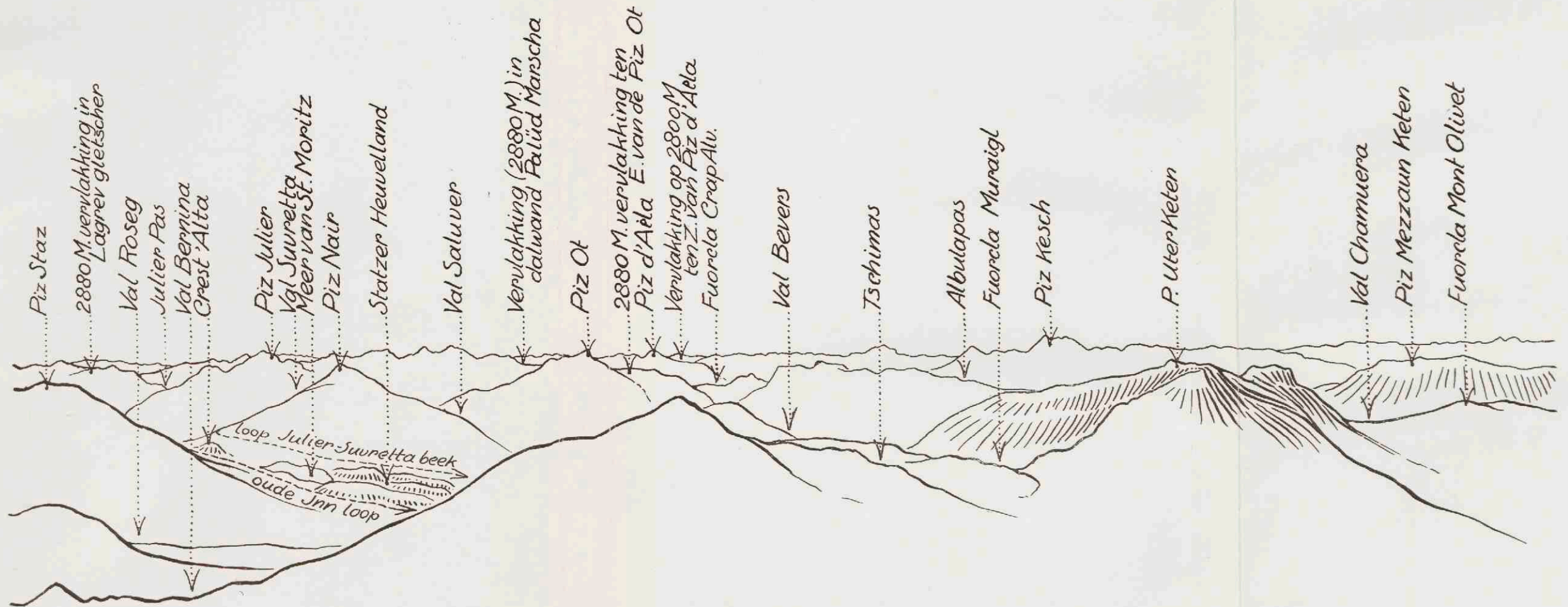


Foto 3. Panorama van het Noordelijke Boven-Engadinsche- en het Languard-Gebergte (gezien van de Piz Languard)

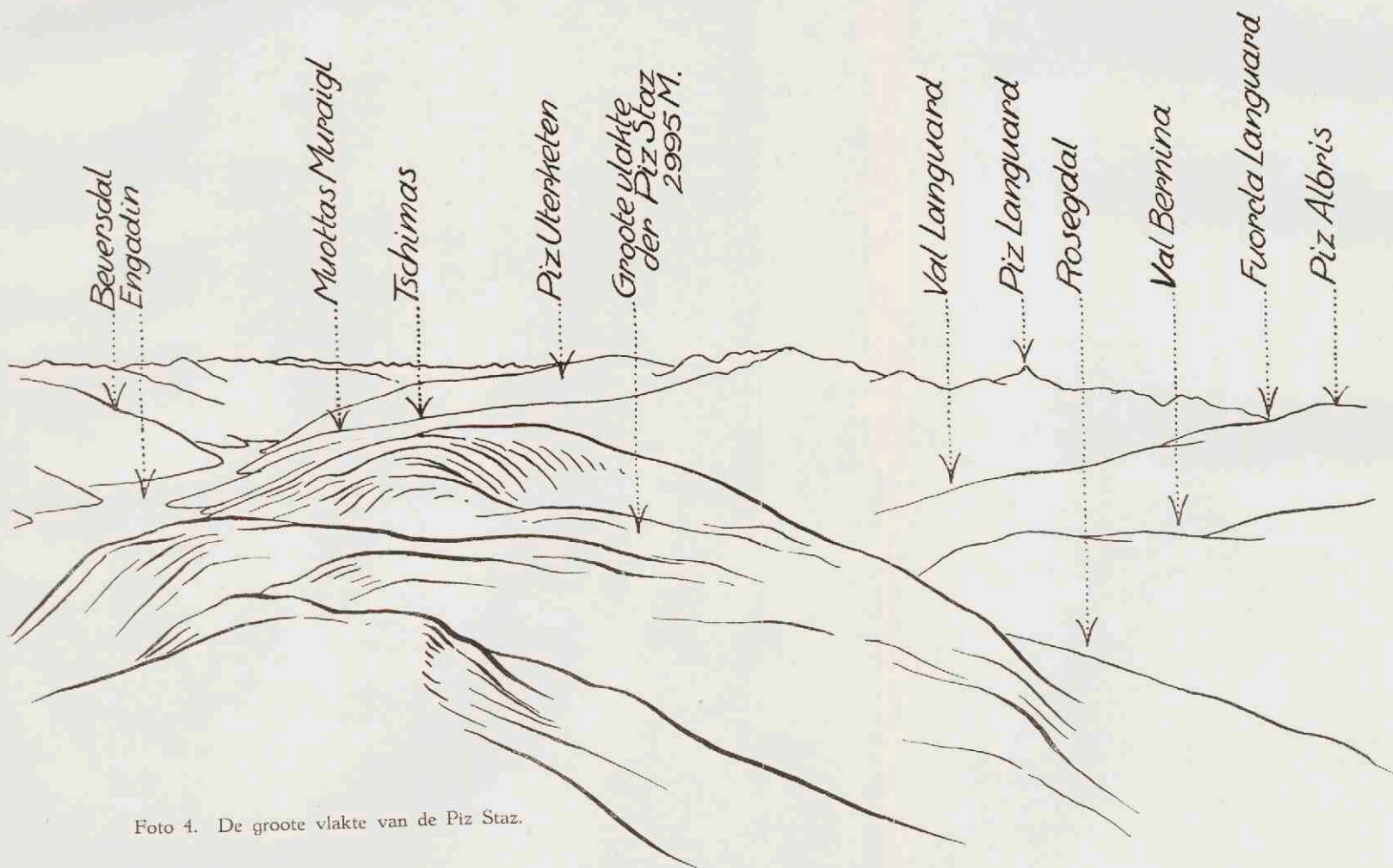
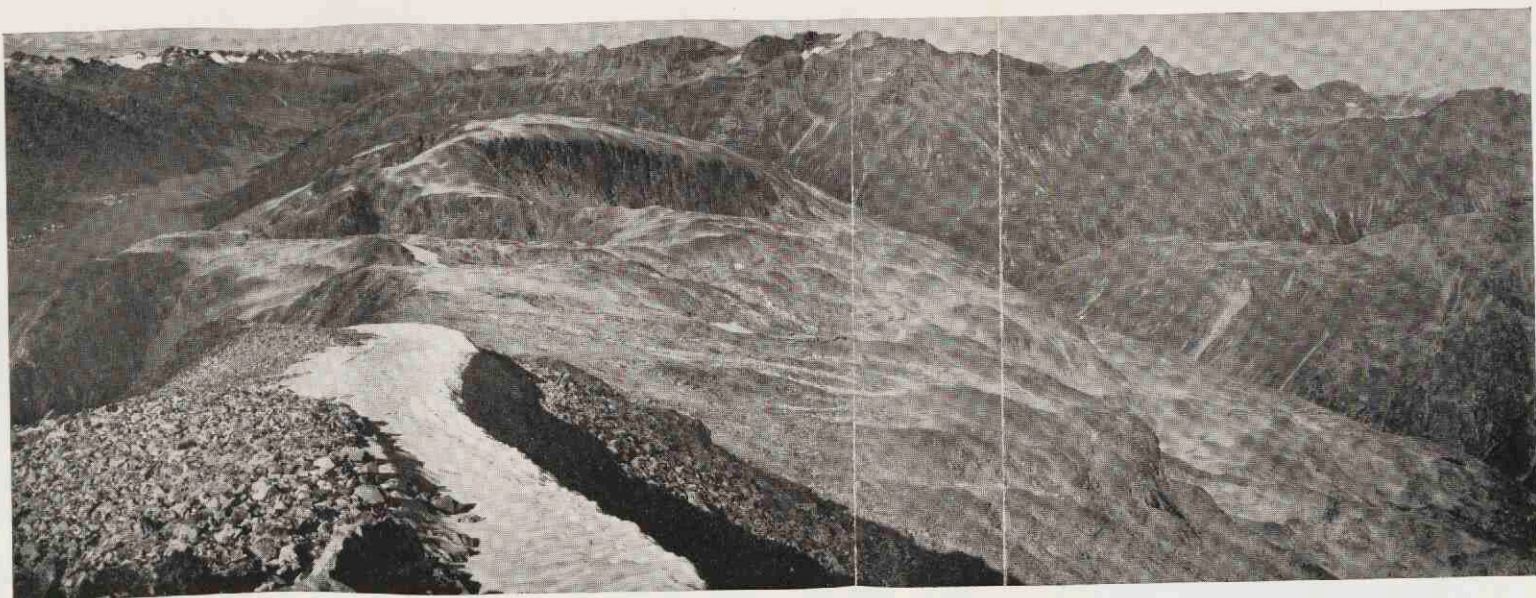


Foto 4. De groote vlakke van de Piz Staz.

STELLINGEN

I.

Het is te betreuren, dat R. STAUB zijn morphologische beschrijving der Alpen uitsluitend gebaseerd heeft op de resultaten van tektonische onderzoekingen.

R. STAUB. Grundzüge und Probleme Alpiner Morphologie. 1934.

II.

MACHATSCHEK beschouwt het bekken van Zernez ten onrechte als een typisch glaciaal confluentiebekken.

FR. MACHATSCHEK. Tal- und Glazialstudien im oberen Inngebiet. 1933.

III.

Vele dalproblemen aan de Alpenrand kunnen opgelost worden met behulp van de theorie der „deltasystemen” van R. STAUB.

R. STAUB. Morphologie. 1934.

IV.

Het bedrag voor de „Faltenhochgang” wordt door HEIM te groot aangenomen.

ALB. HEIM. Die Gipfelflur der Alpen. 1927.

V.

De Noorsche School heeft de ontstaanswijze der depressies aan het Poolfront niet geheel bevredigend verklaard.

VI.

Het is gewenscht, dat ook na het candidaatsexamen de sociaal-geografische studenten onderricht in de physische geografie ontvangen.

VII.

De emigratie van de bewoners van het Boven-Engadin zou minder groote afmetingen aangenomen hebben, wanneer de Engadiners binnen de eigen groep tot de verzorgende beroepen waren overgegaan.

VIII.

Het academisch onderricht in de Geografie moet een voldoende scholing in de geodetische en cartografische werkmethoden omvatten.

TABEL I

WAARGENOMEN TERRASRESTEN BEHOOREND TOT HET „OLIGOCEENE" RIJNSYSTEEM IN HET ERR-BERNINAGEBIED

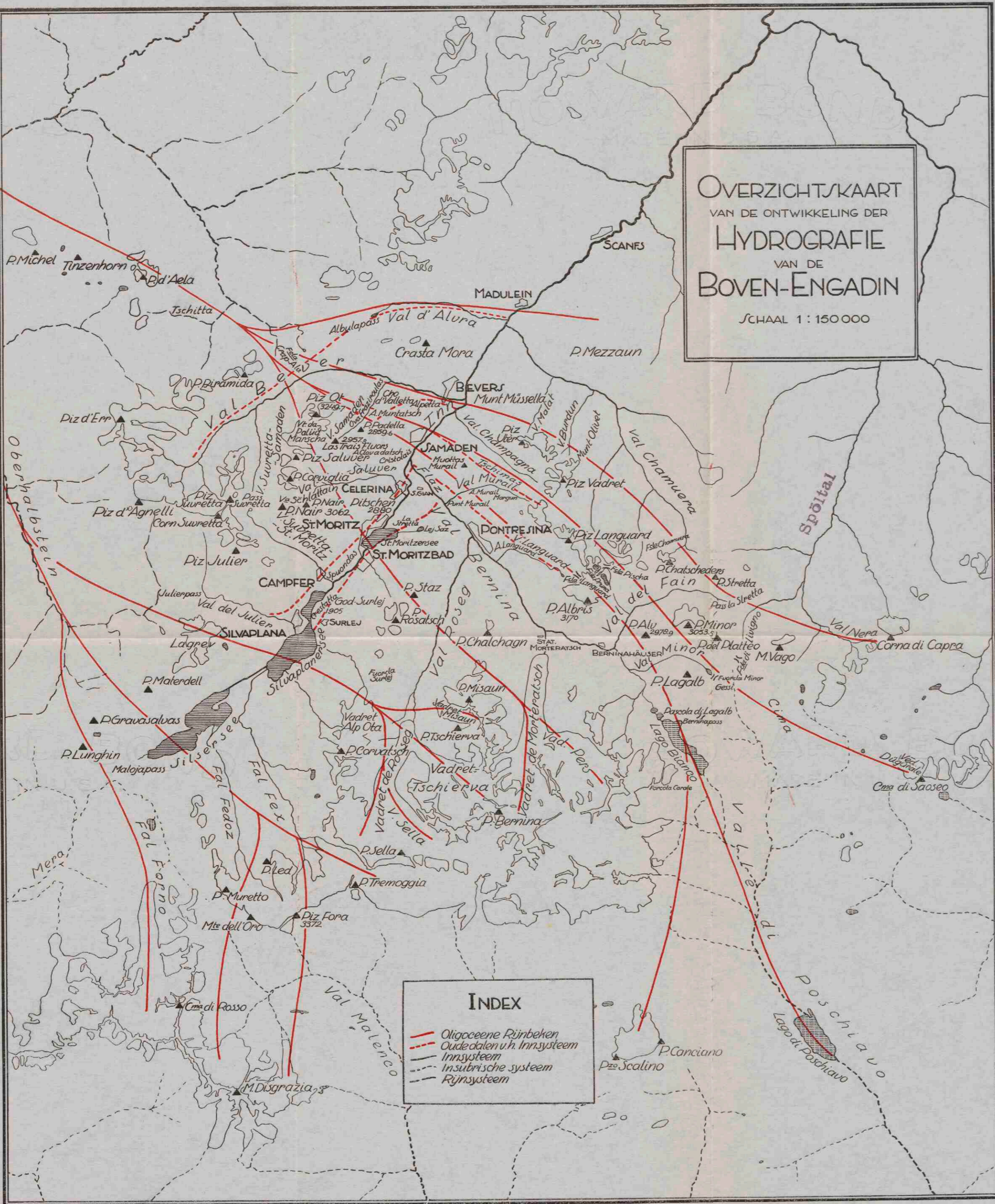
FEDOZ BEEK		FEX BEEK		TSCHIERVA—SURLEJ BEEK		PERS—STAZ BEEK		BERNINA—LANGUARD BEEK		MINOR—MURAIGL BEEK	FAIN—MÜSELLA BEEK
NIV. I	NIV. II	NIV. II	NIV. I	NIV. I	NIV. II	NIV. I	NIV. II	NIV. I	NIV. II	NIV. II	NIV. II
TEN S VAN HET ENGADIN						TEN S VAN HET ENGADIN					
2977 m kam tus- schen P. Muretto en Munt dell'Oro.	2880 m vervlakkig in de Fedoz gletscher.	2880 m vervlakkig in de Tremoggia gletscher.	2933—3021 m ver- vlakkig in de kam tusschen P. Fora en P. Tremoggia.	3060 m vervlakkig in de Vadret Alp Ota.	2880 m terrasrest in de fuorcla Surlej.	2966—3022 m ver- vlakkig tusschen P. Chalchaign en P. Misaun. 2995—3030 m ver- vlakkig van de P. Staz tot voet P. Ro- satsch.	2880 m kleine rest ten E onder de P. Staz. 2880 m kleine rest ten E onder P. Chalchaign.	2962 m P. Lagalb. 2978 m P. Alv.	2880 m Fuorcla Carale. 2890 m vervlakkig ten W onder P. Lagalb. 2880 m Fuorcla Languard.	2907 m. punt ten SSW onder P. Or- sera. 2880 m vervlak- king tusschen P. Alv en P. Minor. 2880 m Fuorcla Pischa. 2890 m Fuorcla Muraigl en terras boven het Muottas- meertje.	2880 m vervlakkig ten E onder Munt Vago. 2804 m Fuorcla Chamuera. 2880 m vervlakkig der Munt Olivet. 2880 m meest SW punt der Munt Müsellaketen.
VEREENIGEN ZICH TEN N VAN DE P. LED TOT EEN BEEK											
TEN N VAN HET ENGADIN						TEN N VAN HET ENGADIN					
	2882—2873 m vervlakkig tusschen P. Gravalvas en P. Materdell.				2880 m vervlakkig in de Lagrev glet- gletscher.		2910 m rand van de dalketel der Va- dret de Palüd Mar- scha. 2850 m P. Dancler.		2860 m oostelijk punt van de P. Pa- della. 2868 m vlakte ten E van de P. Ot.		
VEREENIGEN ZICH IN HET OBERHALBSTEIN TOT EEN OBERHALBSTEINER BRONRIVIER VAN DEN RIJN						VEREENIGEN ZICH IN DE OMGEVING VAN DE FUORCLA CRAP ALV TOT EEN OOSTELIJKE BRONRIVIER VAN DEN RIJN					

TABEL II

WAARGENOMEN TERRASRESTEN BEHOOREND TOT HET BOVEN-ENGADINER INNSYSTEEM

NIV. III	NIV. IV	NIV. V	NIV. VI	NIV. VII	NIV. VIII	NIV. IX	NIV. X
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET INNDAL							
2640 m SSE helling P. Albana. 2640—2670 m S helling P. Nair. 2640 m ESE helling P. Padella.	2460 m ten E onder P. Albana. 2424 m vlakte met signaal ten NW onder Fuorcla Surlej. 2404 m vlakte met signaal onder de P. Staz. 2450 m vlakte van af hotel Muottas Muraigl, te vervolgen naar het NE.	2280 m Marguns, ten S boven Surlej. 2250 m onder Sass da Muottas. 2259 m signaal boven Alp Muntatsch.	2160 m Alp Giop. 2190 m Alp Nova. 2190 m signaal boven Alp Clavadatsch. 2160 m vlakte even ten SE onder de Alp Muntatsch. 2160 m vlakte boven Alp Surlej. 2155 m Hahnensee.	2070 m vlakte boven „n” van Albanatscha (ten NNW boven Silvaplana). 2100 m Alp Laret. 2050—2070 m. Alp Clavadatsch. 2099 m Alp Surlej.	1980—1950 m terrasrest langs pasweg even boven Silvaplana. 1937—1950 m Boven Campfer van Albana tot Chasella. 1950 m Alpina. 1944 m signaal boven Celerina. 1950 m Alpetta Bevers. 1920 m la Stretta. 1905 m Crest' Alta. 1950 m ten ESE Crest' Alta. 1950 m Plaun da Staz.	1850 m terrasrest ten S en E om la Stretta, bij St. Moritz. 1846 m Cristolais. 1850 m ten N boven Samaden.	Dalbodem van Scansf-Samaden-Punt Muraigl. Ondergrond Statzerwoud, God Surlej. Bodem Silvaplansersee tot Maloja. Iets jonger dalstuk, hoewel behoorend tot niveau x: bodem See Campfer—St. Moritz Bad.
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET JULIER-SUVRETTABEEKDAL							
						1850 m kleine rest langs Julier pasweg even boven Silvaplana. 1880 m van Val Suvretta tot het Suvrettahaus. 1841 m St Moritz Dorf.	1750 m Celerina-Cresta.
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL JULIER							
	2400 m vlakte van Mutaun, ten W boven Silvaplana. 2400 m smal terras onder P. Albana.	2288 m de pashoogte.					
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL SUVRETTA ST MORITZ							
2611 m pashoogte (Pas Suvretta). Dit is te vervolgen op dezelfde hoogte ten S onder P. Nair.	2430 m terrasrest ten S onder P. Nair.	2340 m kleine rest ten S onder P. Nair.	2253 m korte dalbodem boven Alp Suvretta.	2070 m kleine rest boven huizen groep „Albana”.			
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL SALUVER							
2640 m vlakte in brongebied Valletta Schlattain.	2448—2418 m vervlakking onder de skihut Corviglia en Sass Ronzöl.		2279 m Alp Marguns.	2090 m Alp Saluver.	1950 m kleine dalbodem nl. waar V. Zuondra in V. Saluver mondt. 1944 m kleine vlakte met signaal boven Celerina.		
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VALLETTA SAMADEN							
	2460—2430 m vlakte, van de beek uit te vervolgen tot ten E onder Cho d'Valletta.						
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET BEVERS-ALBULADAL							
2640 m Fuorcla Crap Alv. 2600—2640 m eenige kleine resten ten E van Il Compass.	2400 m terrassen terweerszijden van Albul-Hospiz(Valbella).	2315 m pashoogte.		2120 m vlakte met de alphutten Proliebas, Alesch en Nova.	1952 m vlakte even onder de alphutten Alesch en Nova.		
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL MORTERATSCH							
2640 m vervlakking boven Pas chüra da Morteratsch.	2400 m vervlakking der Pas chüra da Morteratsch.						
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL BERNINA							
2640—2700 m N uitlooper der P. Chalchaign. 2658 m vlakte ten N onder de Munt Pers.	2430 m vervlakking boven Muottas da Schlarigna. 2460 m de langgestrekte vlakte met signaal boven Muottas da Pontresina. 2460—2490 m vlakte ten N onder de Munt Pers. 2460—2490 m vlakten, ter weerszijden van de weg naar Diavolezzasee.	2300 m korte maar breede vlakte met signaal van Muottas da Schlarigna. 2276 m lange, smalle vlakte, die in N begint bij signaal van Muottas da Pontresina.	2160 m langgestrekte, smalle vlakte onder Muottas da Schlarigna. 2160—2190 m smalle vlakte direct boven de steile rotswand onder Muottas da Pontresina. 2160 m smalle vlakte boven „Pro” van Pro Nov. 2160—2225 m dalbodem vanaf Arlas stroomopwaarts tot Alp Grüm.	2080 m vlakte met signaal onder Muottas da Schlarigna.	1985 m vlakte met signaal langs weg naar Muottas da Schlarigna. Deze vlakte te verbinden met Plaun da Staz. 2050—2150 m terras boven Montebello. Dit zet zich voort in dalbodem van Berninahäuser tot even boven de monding van Val Minor.	2000 m kort dalbodemstuk even onder Berninahäuser en even boven de groote wattervallen.	
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL MINOR							
	2427 m Plan dali Cüni. Deze vlakte met onderbrekingen naar W te vervolgen tot Pascolo di Lagalp.	2380 m smalle, vlakke onderbreking in dalcinde naar de pashoogte toe.	2160 m terras boven monding der beek in Val Bernina aan S wand.	2100—2130 m stuk van de dalbodem.			
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL DEL FAIN							
	2415—2487 m dalbodem tusschen Alp la Stretta en Pass la Stretta.	2220—2360 m dalbodem tusschen Val-Torta en kloof onder Alp la Stretta.		2160—2200 m kort stuk van de dalbodem onder de monding van Val Torta.			
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL LANGUARD							
2700—2640 m smalle vlakte onder de P. Languard keten.	2400—2460 m vlakte van Paradiso tusschen Paun de Zücher en Val Languard.	2300 m platvorm boven Alp Languard.	2187 m Alp Languard. Deze zet zich voort in de beek tot ongeveer 2370 m abs. hoogte.	2080 m kleine vlakte onder de Alp Languard (boomaanplanting).			
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL MURAIGL							
2610—2700 m vlakke kam der Tschimas.	2450 m vlakte met Hotel Muottas Muraigl.	2370 m Alp Marguns. 2300 m kleine vlakte onder Hotel Muottas Muraigl.	2160 m Alp Muraigl.				
TERRASRESTEN, BEHOOREND TOT HET VAL CHAMPAGNA							
	2580 m vlakte in bovenloop van de beek.	2400 m Alp Champagna.			1950 m vlakte met hut van Chauntaluf.		

OVERZICHTSKAART
 VAN DE ONTWIKKELING DER
 HYDROGRAFIE
 VAN DE
 BOVEN-ENGADIN
 SCHAAL 1 : 150 000



INDEX

- Oligoceene Rijnbekken
- - - Oude dalen v. h. Inn-systeem
- Inn-systeem
- - - Insubrische systeem
- - - Rijn-systeem

U
19