

# DE ZWEEDSCHE GLETSCHERS.

DOOR

R. E. DE HAAN.

---

De gletschers van Noorwegen vormden reeds jaren lang een onderwerp van nauwgezette studie. Aantal, ligging, periodieke veranderingen, de aard van hun oorsprongsgebied, meteorologische en orographische voorwaarden, kortom, al wat tot een wetenschappelijk onderzoek der gletschers in betrekking staat, was voor de Noorweegsche ijsstroomen even goed in cijfers vastgesteld, als zulks geschied was ten opzichte der Zwitsersche, IJslandsche en een aantal buiten Europa gelegen gletschers.

Zweden daarentegen bleef tot op den jongsten tijd een bijna niet geëxploiteerd land, nl. voorzoover dit onderwerp aangaat. Zelfs in het zooveen verschenen werk van ALBERT HEIM, *Handbuch der Gletscherkunde*, 560 pagina's groot, heb ik na vluchtige doorzage geen enkelen regel over de Zweedsche gletschers ontmoet.

Vanwaar dit vreemde verschijnsel? De reden kan niet gelegen zijn in de weinige uitgestrektheid van het gletscher-gebied in Zweden. Immers, het areaal van dat gebied bedraagt nog 400 vierkante kilometer, zeker belangrijk minder dan dat van Noorwegen, alwaar het zelfde terrein eene oppervlakte inneemt van 3000 K.M<sup>2</sup>, dus evenveel als de gletschers der Alpen, terwijl de met gletscherijs bedekte oppervlakte van IJsland 15- à 18000 K.M<sup>2</sup> groot is; maar de gletschers van Tirol omvatten een gebied van even 570 vierk. K.M. en komen in dit opzicht dus de ijsvelden van Zweden meer nabij. Hoogst waarschijnlijk is de reden te zoeken in het meer afgelegene, het ruwe en onherbergzame der geheele streek, waarin de Zweedsche ijsvelden zijn gelegen. De Noorweegsche gletschers zijn meerendeels opgehoopt in het zuidelijke; meest bewoonde deel des lands, — de grootste gletscher-

groep van Noorwegen is de Justédalsbrae op  $61\frac{1}{2}^{\circ}$  N.B., in de buurt van Bergen, — de Zweedsche daarentegen liggen in een zeer onherbergzaam en noordelijk voorgeschoven oord, in Jemtland en Norbotten.

In Jemtland echter bevinden zich slechts twee kleine gletschers, zoodat de groote massa uitsluitend in Norbotten wordt gevonden, eene landstreek schaars bevolkt; men telt er twaalf zielen op elke vierk. mijl en de geheele bevolking bedraagt slechts  $\frac{1}{4}$  van die der stad Stockholm. Ofschoon het land grooten rijkdom aan ijzererts bezit, wordt dit laatste nog weinig of niet geëxploiteerd. De zeekust uitgezonderd, maken zwervende Lappen de eenige bevolking uit. Geen wonder dat in zulk een land, waar wetenschappelijke onderzoekings-tochten uit den aard der zaak niet anders dan op eenigszins groote schaal en met betrekkelijk veel kosten konden ondernomen worden, de nasporingen zijner gletschers langer op zich deden wachten.

Nu onlangs evenwel heeft FREDERIK SVENONIUS, uit eigen waarnemingen en uit het materiaal, aanwezig bij den topographischen dienst, alsmede door gebruik te maken van 't geen hem door geloofwaardige Lappen was medegedeeld, een overzicht samengesteld van de Zweedsche gletschers en hieraan eene plaats verleend in het tijdschrift der *Zweedsche geologische Vereeniging*.

Aan genoemde verhandeling zijn de navolgende bijzonderheden ontleend.

»Sommige Zweedsche gletschers bereiken eene lengte van 6000 Meter. (1)

De totaal-oppervlakte, waarover de gletschers verspreid liggen, bedraagt 12000 K.M<sup>2</sup>. Hiervan dragen 1200 K.M<sup>2</sup> — de streek, oostelijk van Alkavare, — een Alpinisch karakter; het  $\frac{1}{30}$  dier 12000 K.M<sup>2</sup> is met ijs bedekt, het  $\frac{1}{7}$  van laatstgemeld Alpenland. (2)

Norbotten telt 100 gletschers, en deze strekken tot bronnen voor de navolgende rivieren: de Pite-Elf, de groote en kleine Lule-Elf, de Kaliks-Elf en de Tornio-Elf. (3)

Westelijk van Nautas-Järwi en zuidelijk van Tornio-träsk (Järwi en träsk = meer) bevindt zich een vermoedelijk groot maar nog geheel onbekend gletscherland.

Ofschoon men op de Zweedsche gletschers in 't algemeen al de gewone verschijnselen ontmoet, zooals gletscherpoorten, morainen en gletschertafels, komt het toch menigmaal voor dat deze ontbreken. (4)

Zoo ziet men noch poorten, noch tafels, noch midden-steendijken op den Luotoh- en Skuorki-gletscher. (5)

Van die der Zuid-Europeesche onderscheiden zich de Zweedsche

gletschers voornamelijk door de omstandigheid, dat zij betrèkkelijk grootere firnvelden en kleinere ijstongen bezitten. (6)

Ook komt het veel vaker voor dat de gletschers zich van een en hetzelfde firnveld in twee of meer takken splitsen, dan dat, gelijk in de Alpen, vele gletschers zich tot een enkelen vereenigen. Vandaar het ontbreken der morainen. (7)

Omtrent de beweging der Zweedsche gletschers laat zich nog niets bepaalds zeggen. Voor den Luotoh alleen heeft SVENONIUS uit eigen waarneming eene zeer onbeduidende beweging kunnen vaststellen. (8)

De sneeuwrens stijgt, en nog al aanzienlijk, naarmate men zich meer van de zee verwijderd. Volgens FORBES en WAHLENBERG is zij op 67° N.B. aan de kust 884 M. hoog, aan de oostelijke helling van den Sulitelma 1073 M. aan den Luotoh 1366 M. en aan den Stuörki eveneens 1366. M. De Luotoh-gletscher daalt tot 234 en de Stuörki tot 143 M. beneden de sneeuwrens. (9)

De hoeveelheden water- en slijkmassa's, die deze gletschers afvoeren zijn zeer aanmerkelijk. SVENONIUS heeft berekend, dat een enkele der beken van den Luotoh-gletscher in de maand September in 24 uren tijds 68210 kub. Meter water levert, die 7878 kilogr. slijk bevatten. Deze slijkmassa's zijn de oorzaak van krachtige deltavormingen in de meren, die den rivieren als het ware tot filteertoestellen dienen. De delta van het Lajdaurmeer, die 5 à 6 K.M. lang is, neemt jaarlijks toe met eene lengte van 4 à 6 Meter. (10).

De vraag, of de ijsmassa's in het Zweedsche gletschergebied afdan wel toenemen, kan uit het voorhanden materiaal nog niet worden beantwoord. Toch schijnt men uit de tegenwoordige grootte van den grootsten gletscher der Sulitälma-groep, den Salajukna, vergeleken met de metingen van WAHLENBERG, te moeten besluiten, dat sedert 1807 eene niet onaanzienlijke vermindering heeft plaats gegrepen. In dezen dus overeenstemming met hetgeen de waarneming leert tenopzichte der Europeesche gletschers in 't algemeen." (11).

1. De langste gletscher der Alpen is de Aletschgletscher, 24000 M.; daarop volgen de Unteraargletscher, de Fieschergletscher, de Gornergletscher en de Mer de Glace, respectievelijk lang: 16700, 15000, 15000 en 14500 Meter.

De groote Oetzthalgletscher (in Tirol) meet 8820 Meter in lengte, de Nygardsgletscher en de Lodalsgletscher, beide in Noorwegen, zijn 6000 en 8000 Meter lang. De Tunsbergdalsgletscher, eveneens in

Noorwegen, heeft zelfs eene lengte van 14000 Meter, en is wel de langste van alle gletschers in genoemd rijk.

2. Het  $\frac{2}{3}$  van Noorwegens oppervlakte is onbewoond en onbewoonbaar »fjeld» (gebergte),  $\frac{1}{5}$  bosch en  $\frac{1}{15}$  ijs en sneeuw.

Volgens de kartographische opname van het zwitsersche »Bureau voor Statistiek» zou de geheele oppervlakte in dat land door de gletschers — firnveld en ijsstroom te zamen — ingenomen, bedragen 1838,8 vierkante kilom. De totale gletscheroppervlakte der geheele Alpen bedraagt volgens HEIM 3 à 4000 dier eenheden.

3. In de groep van den Mont-Blanc telt men 20 groote gletschers en 30 à 40 kleine; de Finsteraargroep bevat 16 groote, en 100 kleine, het gebied der Monte Rosa telt 15 groote en 120 kleine, de Bernina-groep 8 groote en 30 kleine, de Oetzthaler-groep in de Oost-Alpen 20 groote en 209 kleine gletschers, enz. In 't geheel worden voor de Alpen opgegeven een aantal van 1155 dier ijsstroomen, waaronder 249 groote.

4. Onder morainen verstaat men, gelijk bekend is, de dijken, gevormd uit het steengruis der belendende rotsen; zij strekken zich in lange rijen van 't begin tot het einde der gletschers op derzelver oppervlakte uit. De verweering doet de rotsen in grootere en kleinere brokken uiteenvallen, en dit gruis valt in aanzienlijke hoeveelheid op het ijs; hieruit volgt, dat de morainen of steendijken den rand des ijsstrooms ter weerszijden begrenzen, doch daar, waar twee gletscherstroomen zich vereenigen, vloeien allicht de beide elkander begrenzende *randsteendijken* ineen en vormen één *middensteendijk*.

Ter plaatse waar de gletscher smelt, verzamelt zich het steengruis, dat langs den bodem der gletschers werd medegevoerd (grondmoraine) tot een *eindmoraine*.

Wanneer groote, geïsoleerde rotsstukken op het ijs geraken, beschutten zij het daaronder liggende tegen de inwerking der zonnestralen; rondom het rotsblok smelt alzoo het ijs weg, terwijl grootere of kleinere ijskegels blijven staan, gedekt door den steen, den gletschertafel. Allengs evenwel, en vooral aan de zuidzijde, smelt ook het steunsel, de tafel waggelt en valt eindelijk neer, terwijl nu hetzelfde proces van voren aan begint, totdat de steen 't einde des gletschers heeft bereikt en het zijne bijdraagt tot verhooging en uitbreiding der eindmoraine.

Gletscherpoorten noemt men de boogsgewijze uitgeholde gletscher-massa's aan 't einde dezer vormingen. Zij ontstaan door de uitspoe-lende werking van het over den bodem des gletschers stroomende water, dat van de hellingen der dalen onophoudelijk toestroomt en door tal van spleten en holen in de het dal begrenzende randen der ijsmassa deze binnen dringt.

De hooge temperatuur van dat water (6° à 8° C.) smelt het ijs, en de meegevoerde lucht houdt den waterweg verder tot een glet-scherhol uit. Dit hol vormt aan 't eind des gletschers de poort.

5. Dat hier middensteendijken ontbreken, moet volgen uit het feit, dat deze gletschers *niet* uit de vereeniging van twee of meer hooger op gelegene zijn ontstaan.

6. Het firnveld is het ketelvormige hoogdal, waarin zich de sneeuw verzamelt, die als de bron van den gletscherstroom kan worden aangemerkt. De sneeuw, aanvankelijk los en vlokkig, erlangt bij meerdere drukking, als een gevolg van toenemende dikte der laag, meerdere dichtheid. De zonnewarmte smelt de oppervlakkige laag; het smelt-water dringt door de sneeuwmassa, bevriest gedurende den nacht, en dit proces, gevoegd bij de straks genoemde drukking, bewerkt eene dusdanige verandering in den aggregaattoestand des geheels, dat dit daardoor overgaat in eene korrelige massa, het »firn''. Dit firn, langs den hellenden dalgrond naar omlaag schuivende, verandert allengs op dien weg in vast ijs. Dezelfde oorzaken, die de sneeuw in firn deden overgaan, bewerken de verandering van firnijs in gletscherijs. Onder ijstong zal men hier moeten verstaan gletschertong, d. i. de eigenlijke gletscher, de ijsstroom zelf.

7. Samengestelde gletschers zijn b. v. de Fieschergletscher (Wallis), de Vernagtgletscher (een der Oetzthalergroep in Tirol), de Gorner-gletscher (in de groep der Monte Rosa) die uit acht enkele gletschers is ontstaan. De Mer de Glace wordt gevormd door drie hoofdstroomen, die elk op hunne beurt weder uit andere zijn samengesteld. Ook de firnvelden worden onderscheiden in enkelvoudige en samengestelde.

8. De beweging, d. i. de snelheid, waarmede de gletschers zich langs hunne baan bewegen, is, als afhankelijk van vele oorzaken, natuurlijk zeer verschillend, o. a. is de helling van den dalgrond daarop van invloed. Hieruit volgt, dat voor een zelfden gletscher de snelheid in

de onderscheiden punten zijner lengtebaan niet dezelfde kan zijn. De schuring tegen den bodem en die tegen de oevers van het dal doen tevens de snelheid aan de randen minder zijn dan in het midden en hier is weder de snelheid aan de oppervlakte grooter dan op den bodem.

Om den lezer eenig denkbeeld te geven van de grootte dier bewegingen laat ik hier enkele getallen volgen:

	Meter.
De gemiddelde jaarl. beweg. v. d. Unteraargletscher bedraagt	50 à 77
» » » » » Mer de Glace »	114
» » » » » Lodalsbrae (Noorw.) »	40 à 230

FORBES vond bij den Mer de Glace de volgende verhoudingsgetallen voor de beweging der verschillende punten:

Verwijdering van den rand.	Betrèkkelijke beweging.
91 Meter.	1.000
210 »	1.332
279 »	1.356
333 »	1.367

AGASSIZ sloeg in 1842 in eene rechte lijn dwars over den Unteraargletscher, dicht bij het paviljoen Dollfuss 21 palen. Drie jaren lang werd de onderlinge richting dier palen nauwkeurig waargenomen en gemeten, en toen bleek het dat de richting allengs veranderde in eene kromme met de bolle zijde naar beneden gekeerde lijn. De kromming nam daarbij van jaar tot jaar toe, gelijk de volgende getallen doen zien.

	Afst. v. d. middenmoraine.	Beweging per jaar in Meters.		
		1842-43	1843-44	1844-45
Linker-(noorder)rand . . . . .	425	4.3	2.7	2.0
	495	6.1	5.1	4.0
	450	20.8	24.4	17.0
Bij den Lauteraarnevenstroom.	375	39.4	42.6	64.25
	301	54.1	65.5	47.4
	150	64.6	68.4	55.5
Middenmoraine . . . . .	0	69.4	74.5	60.0
Bij den Finsteraarnevenstroom.	180	74.5	75.5	58.5
	450	68.5	68.5	55.3
	564	50.8	51.2	40.8
Rechter-(zuid)rand . . . . .	690	43.5	41.5	34.6
	780	12.0	11.5	12.2
	840	2.1	0.5	2.3
Gemiddeld . . . . .		39.25	40.2	34.9

Voor den gletscher Mer de Glace geeft TYNDALL de volgende getallen :

Waarneming in Juli 1857 bij Trélaporte.

Nummer van den paal.	Beweging in 24 uren (in Meters).
Westelijke oever 1	0.286
2	0.343
3	0.324
4	0.381
5	0.387
6	0.406
7	0.438
8	0.489
9	0.502
10	0.483
11	0.495
12	0.445
13	0.406
14	0.375
Oostelijke oever 15	0.254

Voor de ongelijke beweging van de verschillende lengtepunten der gletschers mogen de volgende getallen dienen:

Metingen van TYNDALL in Juli 1857 aan den Mer de Glace:

Afstand in Meters van den Tacul, het vereenigingspunt van den Géant met den Léchaud, die te zamen den Mer de Glace vormen.	Grootste Sagel beweging in Meters.
5500 (beneden Montanvert).....	0.901
4500 (boven 't Hôtel Montanvert).....	0.654
3500 (Les Ponts).....	0.590
2000 (Trélaporte).....	0.502
Glacier du Géant bij den Tacul.....	0.32385
> de Léchaud 1300 meters boven den Tacul...	0.2413

9. De Untergrindelwaldgletscher daalt tot op  $\pm$  1000 Meter boven 't niveau der zee; de sneeuwrens verheft zich in de centraal-Alpen tot  $\pm$  2800 M. zoodat genoemde gletscher zijn einde vindt op 1800 M. beneden de sneeuwrens.

Gemiddeld dalen de gletschers der Centraal-Alpen tot 1500 M. beneden de sneeuwlijn. In Tirol liggen de uiteinden der meeste gletschers niet meer dan 800 M. beneden gezegde grens.

De Justedalsbrae in Noorwegen verheft zich nog slechts 50 M. boven 't spiegelvlak des oceaans; de sneeuwrens ligt daar  $\pm$  1300 M. hoog, zoodat het uiteinde van dien gletscher 1250 M. beneden de sneeuwrens daalt.

10. De Aar-gletscher levert in de maand Augustus dagelijks 2 millioen K. M.<sup>3</sup> water en 284.374 K. G. slijk; nog grooter is de hoeveelheid vaste stof, die de Justedalsbrae in Noorwegen dagelijks afvoert en die geschat wordt op één millioen K. G.

11. De Rhone-gletscher is in de jaren van 1856—1880 meer dan 800 M. teruggedgaan; tusschen de jaren 1865 en 1869 ging de eene Grindelwald-gletscher 378, de andere 594 M. terug. De stand van het uiteinde des gletschers Mer de Glace was:

in 1856....	200	meter	achter	de	moraine	van	1826
» 1868....	511	»	»	»	»	»	»
» 1880....	1250	»	»	»	»	»	»

Volgens TOREL vertoonen alle gletschers der Alpen het streven gelijktijdig in denzelfden zin zich te bewegen. Van 1815—1818, van 1848—1850 drongen alle gletschers der Alpen vooruit, van 1822—1825 en van 1875—1880 namen bijna alle daarentegen eene rugwaartsche beweging aan. Op dezen regel zijn *enkele* uitzonderingen. Terwijl b. v. in 1870 alle andere gletschers der Alpen reeds sedert jaren in achteruitgaande beweging waren, bleef de Unteraargletscher nog steeds dalen. Toch heeft de ervaring geleerd, dat in deze gevallen slechts eene vroeging of vertraging der schommeling plaats grijpt, zoodat alle aan eene bepaalde schommelwet schijnen te gehoorzamen.

Herhaalde malen was hierboven sprake van groote en kleine gletschers. Men onderscheidt deze ook wel door de benamingen van gletschers der 1<sup>ste</sup> en 2<sup>de</sup> orde.

De gletschers der 2<sup>de</sup> orde of de kleine gletschers zijn hoofdzakelijk beperkt tot de hellingen der bergruggen, zonder hun ijsstroom tot de groote dalen af te zenden. Slechts bij uitzondering verlengen zich deze gletschers tot in een betrekkelijk kort zijdal.

De gletschers 1<sup>ste</sup> orde of de groote gletschers hebben eene aanzienlijke lengte; de ijsstroom beweegt zich hier langs den bodem eens dals, daarvan alle kronkelingen volgende. De grens tusschen beide soorten is natuurlijk hier en daar moeilijk te trekken.